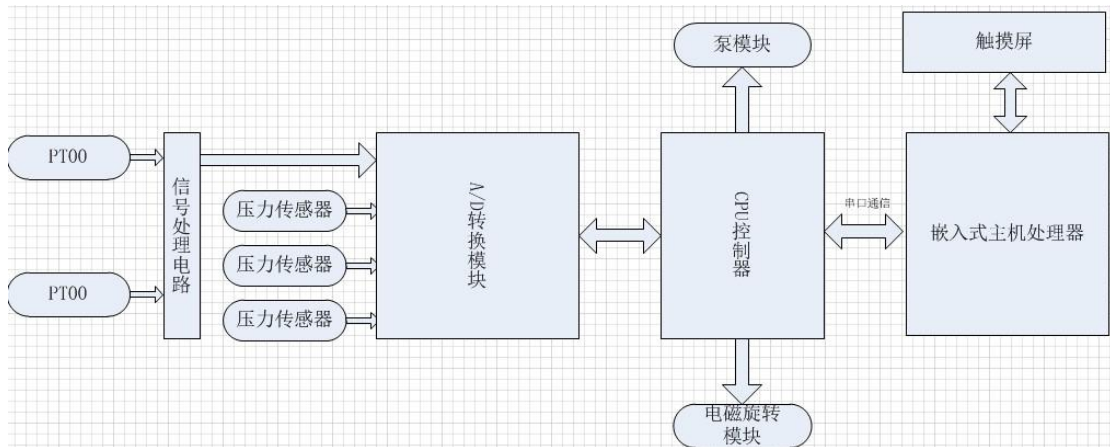


项目功能说明

一、整体系统构架



系统结构说明，本产品有两个系统，一个主机一个从机，**从机**是基于 51 系列单片机的控制系统，**从机主要功能**有：1、进行两路温度和三路压力的采集，将采集到数据经过 A/D 转换成温度、压力数据，然后发送给主机在相应的位置进行显示；2、三个泵的速度控制，其中一个泵只需要进行控制开关，控制方式是主机屏幕上点击开关按钮给从机发送指令，就能实现泵的开关。另外两个泵，其中一个主泵，一个副泵（此泵作为补偿泵），泵的工作需要主机通过串口发送命令给从机，然后从机才能进行泵速控制。产品工作的时候有两种，一是选择**恒泵速**进行工作，还有一个是选择**恒压差**进行工作，压差需要通过控制泵的速度来调节，这里就设计到 PID 的控制算法；3、进行磁力搅拌器的搅拌速度控制，这个控制程序需要从机进行编程，由主机发送相应的命令来实现速度大小的控制；4、**蜂鸣器报警电路的控制**（这个模板里面没有添加，后期联机调试的时候在从机上添加该模块进行调试）。5、**强制停止按钮**，通过按钮给从机一个信号，让从机关闭当前报警的设备（该电路后期增加）。**主机**是基于 ARM1176JZF-S 核心（ARM11 系列）的系统板（我们打算使用树莓派最小系统板），主机与从机之间通过 485 通信，具体协议待定。**主机的主要功能**有：1、把从机发送过来的温度、压力数据进行处理，在触摸屏上面显示；2、把触摸屏上的对应的命令，发送给从机，控制从机泵的速度，磁力搅拌器的搅拌速度等控制命令；3、报警的时候给从机相应的模块报警，然后关闭对应的设备；4、以及其他一些主机的功能（见详细的界面说明）

项目	B型
SoC	BroadcomBCM2835 (CPU , GPU , DSP和SDRAM , USB)
CPU	ARM1176JZF-S核心 (ARM11系列) 700MHz
GPU	Broadcom VideoCore IV , OpenGL ES 2.0,1080p 30 h.264/MPEG-4 AVC高清解码器
内存	512MByte
USB 2.0接口 个数	2 (支持USB hub扩展 , 但带电源带隔离不反向供电)
影响输出	Composite RCA (PAL & NTSC) , HDMI (rev 1.3 & 1.4) , raw LCD Panels via DSI 14 HDMI resolution from 640x350 to 1920x1200 plus various PAL andNTSC standards
音源输出	3.5mm插孔 , HDMI
板载存储	SD/MMC/SDIO卡插槽
网络接口	10/100以太网接口
外设	8xGPIO、UART、I2C、带两个选择的SPI总线 , +3.3V , +5V , ground (负极)
额定功率	700mA (3.5W)
电源输入	5V / 通过MicroUSB或GPIO头
总体尺寸	85.60 x 53.98 mm (3.370 x 2.125 in)
操作系统	Debian GNU/Linux , Fedora , Arch Linux ARM , RISC OS, XBMC , XBian , RSPBMC等

树莓派系统安装下载网站:

<http://www.shumeipai.net/forum.php?mod=viewthread&tid=138>

树莓派教程: <http://www.shumeipai.net/topic-jiaocheng.html>

二、数据要求

a、两路温度的采集，将采集到的温度数据经过 AD 转换发送给主机，通过主机进行处理显示，温度过高提示报警，并在工作界面提示报警原因。膜前温度 T1、膜后温度 T2，温度范围 0-100℃，数值保留小数点后 1 位，误差正负 0.1℃，温度的单位有摄氏温度和华氏温度，默认单位是℃，可以通过系统单位设置进行温度单位的选择。工作温度是 4-50° C。机器启动以后，主界面温度图标旁要显示当前温度。摄氏度、开尔文、华氏度之间的关系：°F=(9/5) °C+32；K=°C+273.15。

b、三路压力采集，将采集到的压力数值经过 AD 转换发送给主机，通过主机进行进行处理显示。三路压力包括进料压力 P1、回流压力 P2（这个负值）、抽滤压力 P3，压差 Δ

$$P=P1-P2, \text{ 跨膜压 } TMP = \frac{P1+P2}{2} - P0, P0 \text{ 是通过膜后的液体压力, 这个值很小, 可以在}$$

系统参数设置里面进行设置，默认是 2.0PSI, 压力单位有 psi, bar、kPa 三个，可以在单位设置里面进行单位的选择，压力数值保留小数点后 1 位，可以采用四舍六入五成双的方法进行不同单位换算结果的保留。单位换算：1bar=14.5psi, 1psi=6.895kPa。

c、泵

一共三个泵，一个主泵，一个副泵，还有一个抽滤泵，主泵和副泵是同一类型的泵，显示在超滤界面，都是通过单片机的 PWM 信号进行调速，PWM 控制端信号要求：输入电压 0-5v，频率建议在 15K-25KHz，PWM 端口置 0 速度最大，这里的速度按最大速度的百分

比进行设置，速度百分比可以实现任意大小设置 0—100%，可以通过点击主泵图标和副泵图标进入泵的设置界面，设置界面内容包括速度百分比以及启动和停止两个按钮，还包括此时进料压力 P1、回流压力 P2、TMP、 ΔP 、每个泵的流速等参数实时显示；若此界面没有选择启动按钮，或者泵速度是 0%，泵不启动。泵的默认速度全部是 0.0%、流速也是 0.0mL/min(流速不需要设置，根据泵的速度自动显示对应的流速此泵的最大速度 320±80mL/min)；点击抽滤界面，进入此界面选择启动和停止，此界面有个压力，显示此压力值。泵的速度和压力之间是有关系的，在历史记录里面有选择泵恒速工作和恒压差工作，二者只能选择其一进行工作，如果设定恒压差工作，则根据压差自动调节泵的速度，当一个泵不够时，另外一个泵进行补偿工作。

d、磁力搅拌器

同样点击磁力搅拌器的图标进入磁力搅拌器的速度设置，包括启动搅拌、停止搅拌两个按钮。磁力搅拌器的速度也是百分比显示，设置好以后没有点击启动界面，搅拌器不工作，然后返回主界面，此时磁力搅拌器图标旁边显示设置的速度值。系统默认速度为 0.0%。在设置过程中，机器停止，直到设置好以后，启动了才能进行工作，也就是主机给从机发送开始命令的时候才能进行工作。

三、其他主机界面功能简要说明

- 1、时间要实时显示在工作界面上；
- 2、语言有中、英文两种语言选择；
- 3、温度有℃、K、F 的设置选择，压力有 psi，bar、kPa 的设置选择；
- 4、每次记录的数据提供一个批次名称的设置，然后再保存在系统里面，方便以后查阅。
- 5、查看历史批次的时候可以有两种选择启动该历史批次，一个是恒速，一个是恒压差，二者只能选择一个进行该批次的重复试验；
- 6、主机上需要增加报警停止电路，一旦遇到报警的情况，工作停止，另外还可以手动停止按钮。报警的时候在超滤界面显示报警原因。(报警的时候只要给从机发送一个指令，让从机停止磁力搅拌器和泵的工作即可)；
- 7、工作的时候样品罐里面的铁心闪烁，泵工作的时候也闪烁，也就是工作状态是动的，不工作是静止的，给人的感觉比较直观；
- 8、有用户登陆界面以及用户名&密码修改功能；初始用户名 Test001, 密码 000000；
- 9、增加系统与 PC 通讯的功能，可以把系统内部保存的数据上传到 PC；

四、详细界面以及功能说明

1、启动系统进入登陆界面，如下图 1 所示：

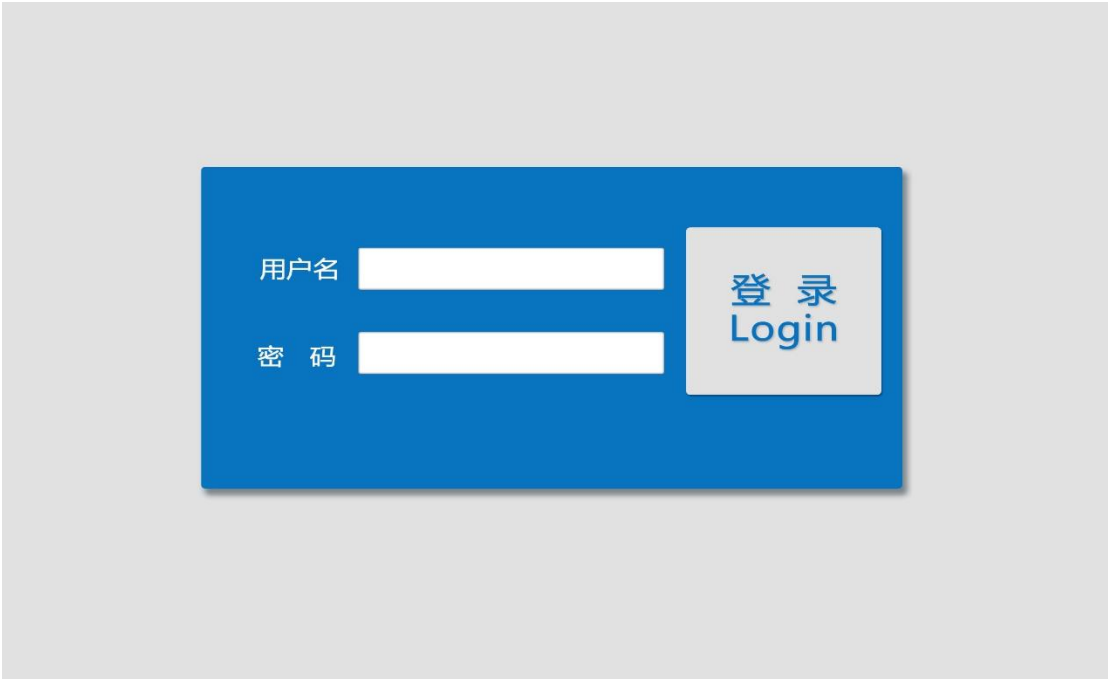


图 1 登陆界面

初始用户名 Test001, 密码 000000。

2、登陆进入以后，首先显示的是超滤界面，这个是独立于抽滤界面而存在的界面，也是我们这个系统的主要工作界面，其中的时间要实时显示的，如图 2 所示，

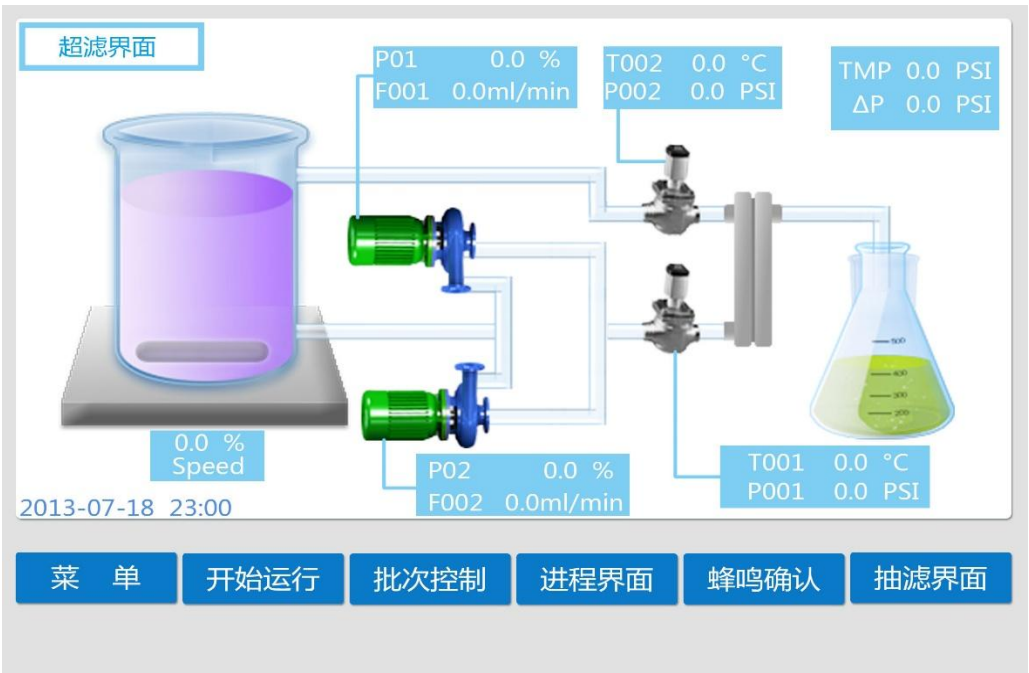


图 2 超滤界面

下面对这个界面进行详细说明：

2.1 磁力搅拌器界面

图 2 左边杯子下面是磁力搅拌器，正面可以点击，点击进入磁力搅拌器界面，如图 3 所示，

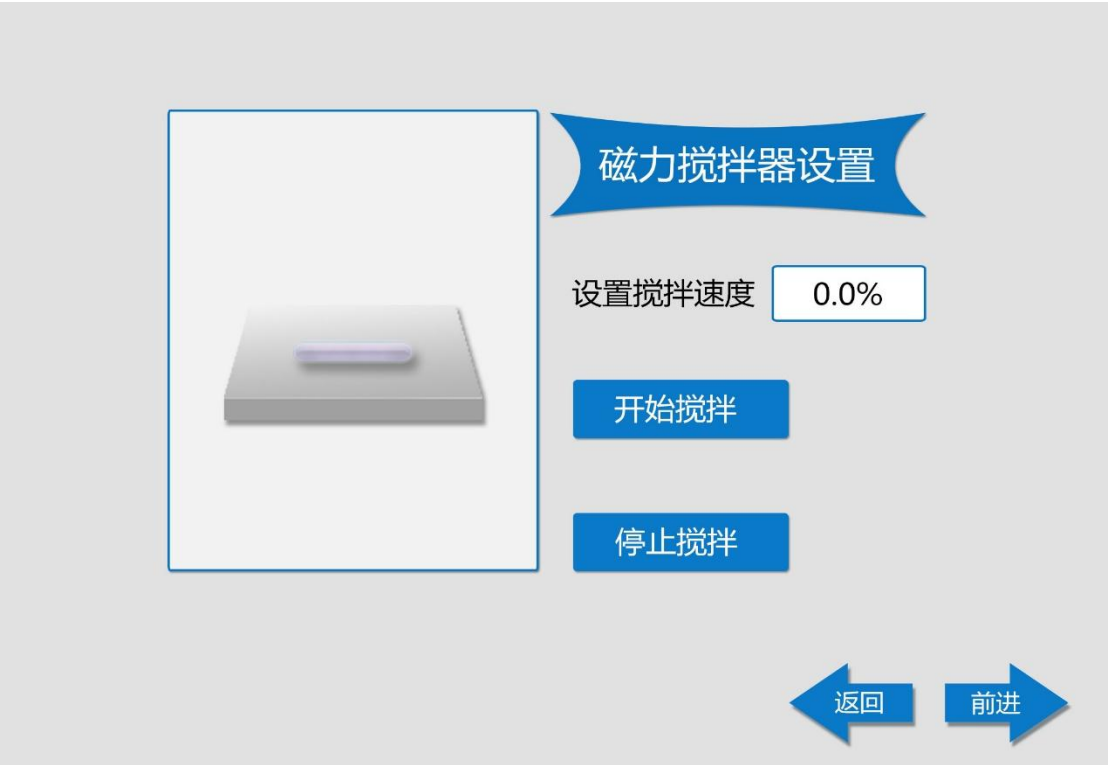


图 3 磁力搅拌器设置界面

此界面可以设置搅拌器的速度，按照最大速度的百分比设置速度，设置完成以后，可以在此界面点击开始搅拌和停止搅拌，若此界面只进行了设置，没有选择开始搅拌，那么默认是不工作的，只有在返回超滤界面，点击开始运行的时候才会工作；这里的返回键是返回到超滤界面的，前进可以进入主泵界面设置，副泵界面设置。工作时，希望杯子底部横放的圆柱可以闪烁，说明磁力搅拌器在工作，非工作时，不闪烁。

2.2 主泵界面设置

点击图 2 上面的主泵 P01 图片，进入主泵设置，如图 4 所示，

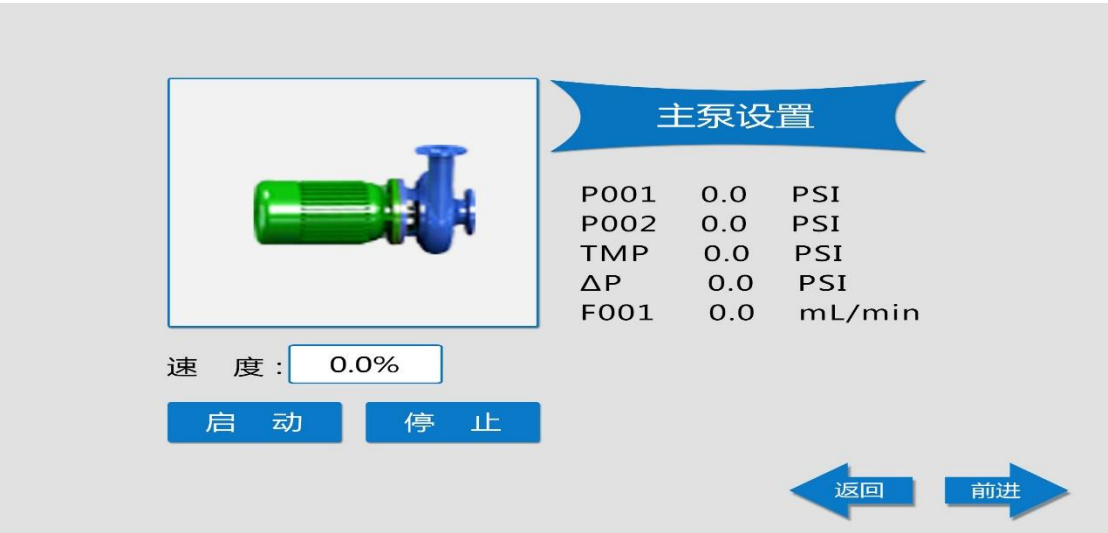


图 4 主泵设置

此界面可以进行主泵的速度设置，也是按照主泵的最大速度百分比进行速度设置的，后面的一些参数是显示超滤界面的一些参数，未工作状态，这些参数除了 F001 都是初始默认值 0.0，只有 F001（流速）是根据泵速设置变化的。因为泵的速度和流速之间是对应的。**返回**键可以返回超滤界面，**前进**可以进入副泵的设置界面。

2.3 副泵界面设置

点击图 2 下面的副泵 P02 进入副泵设置，如图 5 所示，

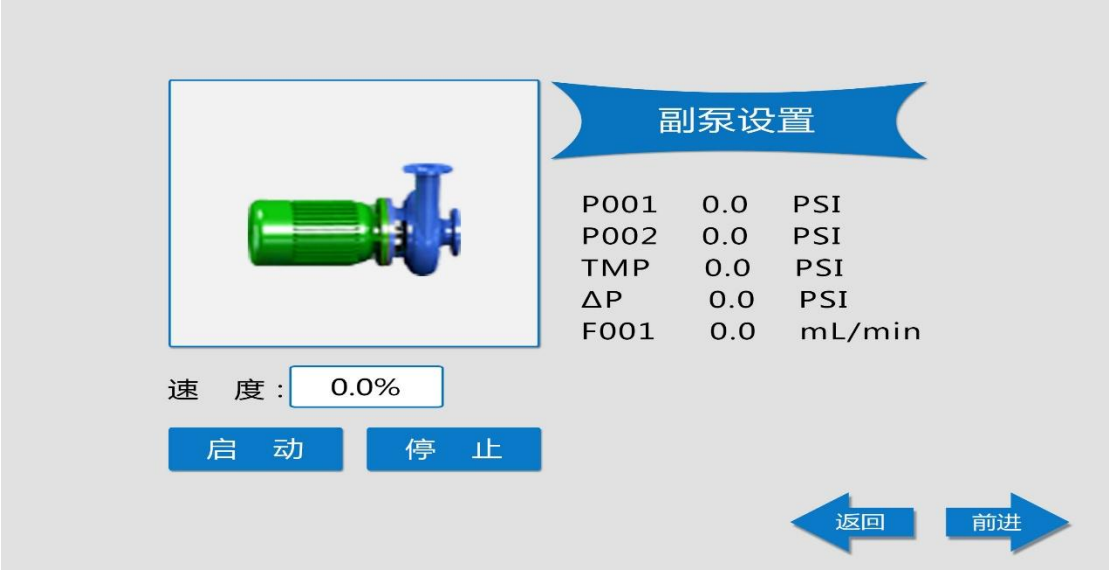


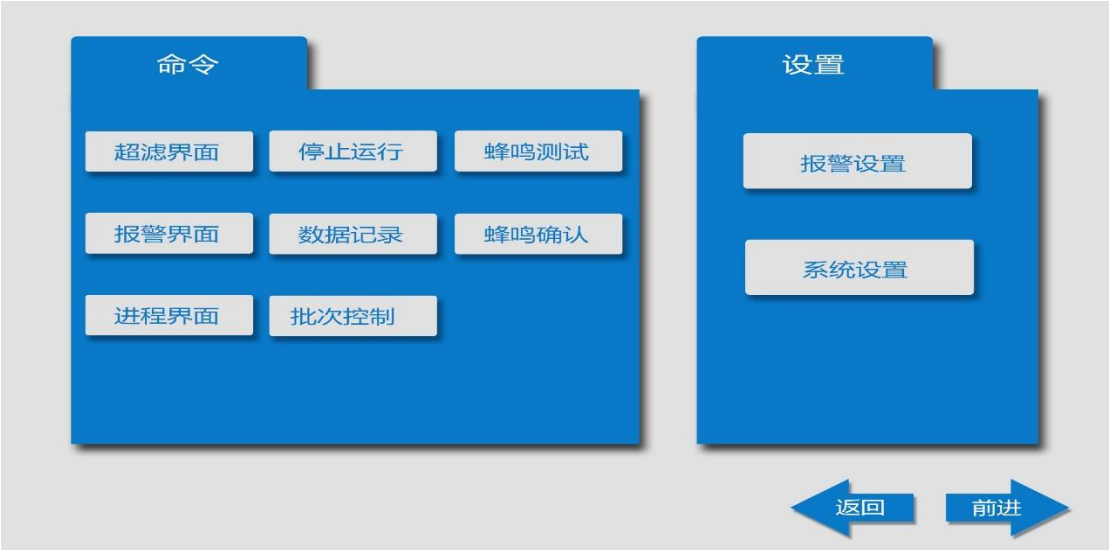
图 5 副泵设置

此界面设置同主泵设置，**返回**也是进入超滤界面，**前进**进入磁力搅拌器界面设置。可以发现，**磁力搅拌器界面——主泵设置界面——副泵设置界面——磁力搅拌器界面**，这三个界面可以通过前进循环切换，但是**返回**键全部是返回**超滤界面**。

主泵和副泵，未工作时颜色是暗灰色的，工作时才是上述颜色，以示区分工作与非工作状态的不同显示。

2.4 菜单界面

点击图 2 中的菜单按钮，进入菜单界面，如图 6 所示，



返回 前进

图 6 菜单界面

此界面包括命令和设置，命令里面有**超滤界面**（点击回到超滤界面与返回按钮的功能相同）、**停止运行**（如果超滤界面处于工作状态，可以点击停止工作，若是非工作状态，此处应显示开始运行，可以点击开始工作，这个按钮是两种命令，根据超滤界面的工作状态显示不同的命令）、**蜂鸣测试**（点击测试蜂鸣器是否正常，每次点击蜂鸣器都会“嘀”一声，以示蜂鸣器正常）、**报警界面**（点击进入报警界面，如图 7 所示）、**数据记录**（点击进入历史批次，进行数据查看，如图 9 所示）、**蜂鸣确认**（因为报警有两种，一是超高报警，一是高报警，一般超高报警时系统蜂鸣器响起，然后系统会有两种关闭引起报警的设备，一个是自动，一个是手动，关闭以后，蜂鸣器关闭；还有就是高报警，此时不需要强制关闭，因为此时还没有达到强制关闭工作设备的条件，系统还可以正常工作，但是此时蜂鸣器在鸣响，因此这个蜂鸣确认按钮就是此时起作用的，点击一下蜂鸣器关闭）、**进程界面**（点击进入进程界面显示，下面 2.7 会介绍）、**批次控制**（点击进入当前批次界面，下面 2.6 会进行批次界面的介绍）；设置里面有**报警设置**和**系统设置**，后面会继续讲解说明。返回按钮回到**超滤界面**，**前进**不需要，无下个界面可以前进。

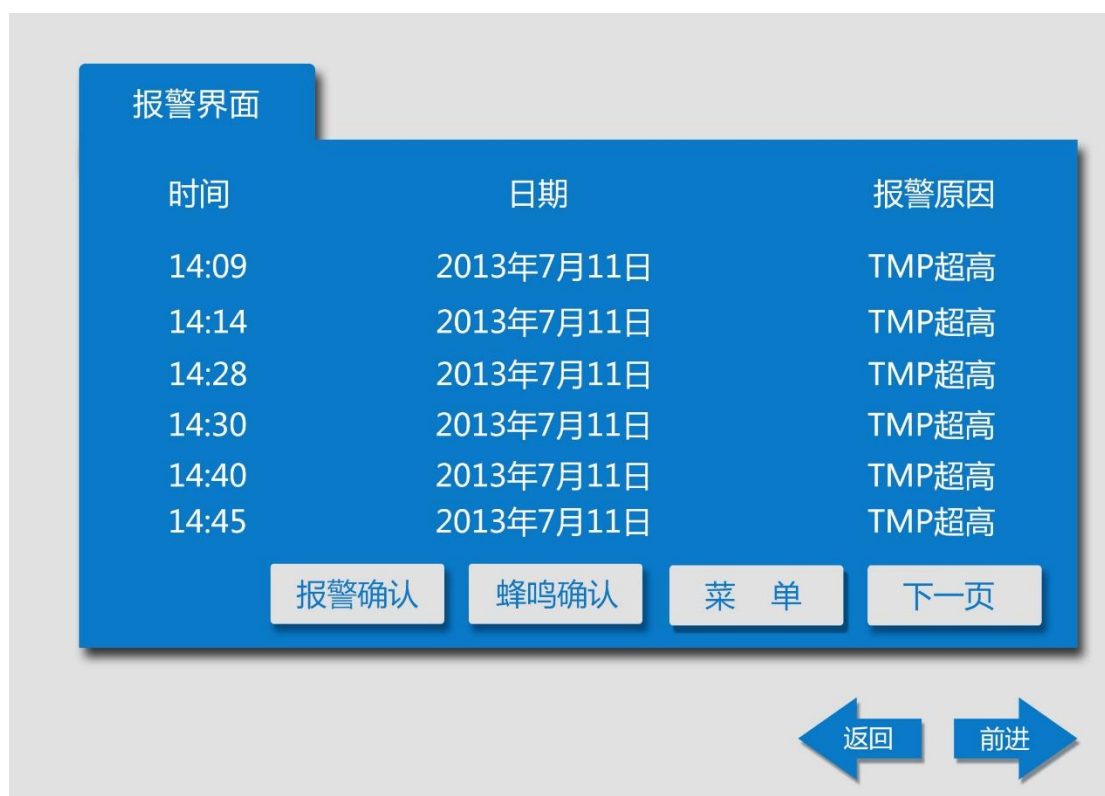


图 7 报警界面

报警界面说明，进入报警界面，显示当前报警的时间、日期、报警原因，点击**报警确认**，说明此次报警得到关注，工作界面不再提示报警信息，点击**蜂鸣确认**，蜂鸣器关闭，点击**菜单**，返回菜单界面，点击**下一页**，进入报警界面的下一个界面，点击**返回**，返回上个界面，点击前进，进入下一个报警界面，与下一页按钮功能一样，没有下一页，该按钮没用。

2.5 开始运行

点击状态栏里面的“**开始运行**”，系统根据设置好的参数进行工作，工作时，

“开始运行”处显示的字是“停止运行”，也就是此按钮是两个命令切换的，文字提示也要有区别。

2.6 批次控制

点击图 2 中的批次控制，进入当前批次控制界面，如图 8 所示，



图 8 当前批次控制

此界面显示当前超滤界面的一些工作参数，如果需要保存，可点击进行保存（**点击保存时弹出一个方框提示输入保存该批次的名称和确认按钮**），同时也要把当前批次的一些报警参数保存在系统里面，点击**开始**，就可以让当前批次按照这个参数再次进行工作，点击**菜单**，进入菜单界面，图 2 状态栏里面的批次控制跟菜单里面的批次控制同一个功能；**返回**就是返回上个界面，**前进**进入历史批次界面，也可以点击灰色的历史批次同样进入历史批次界面，如图 9 所示，



图 9 历史批次

该界面显示保存的批次名称，可能会有很多批次，因此可以点击下一页翻页，也可以点击前进翻页，返回也就是返回上个界面，选择该批次，，点击删除该批次就可以删除，删除的时候弹出选择按钮，确认删除（此删除方式只是从该界面删除，系统内存里面有保存），彻底删除（选择此删除方式就是从系统里面彻底删除，释放内存），取消删除。点击进入该批次，就能进入该批次的界面，如图 10 所示，

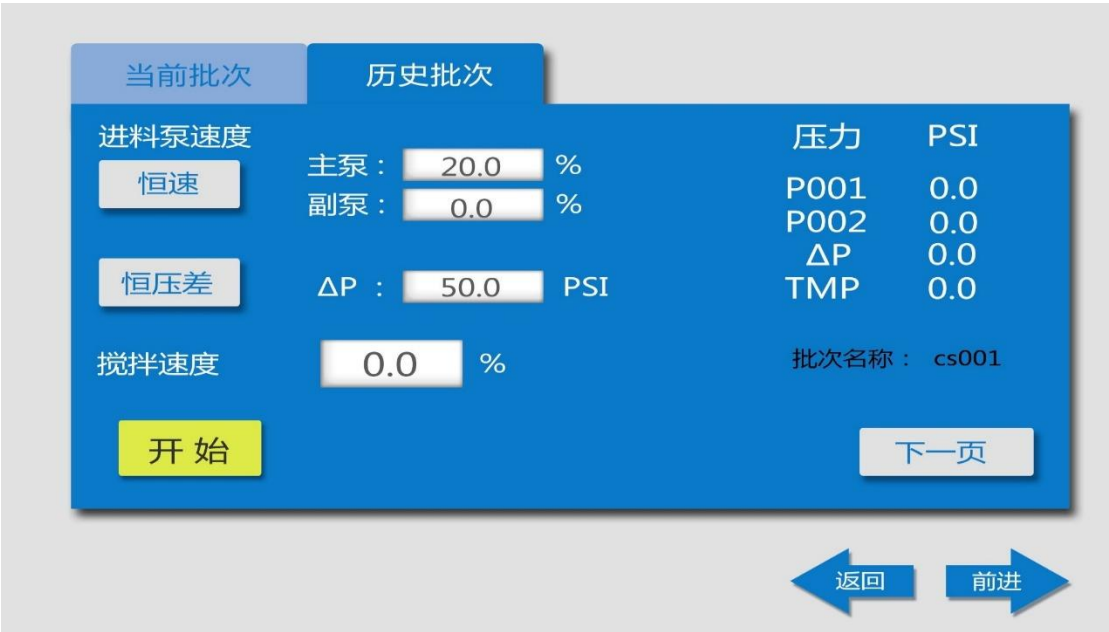


图 10 点击名称进入的详细历史界面

该界面显示该批次的参数、名称，系统内保存的每一个批次都可以直接调过来使用的，当然也可以对该批次的参数进行修改，然后调用，调用时有两种选择：一个是选择恒速进行，一个是选择恒压差进行，二者只能选择一个进行工作，点击开始就可以进行工作，下一页就是历史记录的下个批次，界面与此相同；返回同样是返回上个界面，前进和下一页功能一样。

2.7 进程界面

点击进程界面进入压力进程和温度进程界面，如图 11、图 12 所示，



图 11 压力进程

压力进程界面要同时显示 P001、P002、P003 的压力值波动曲线。

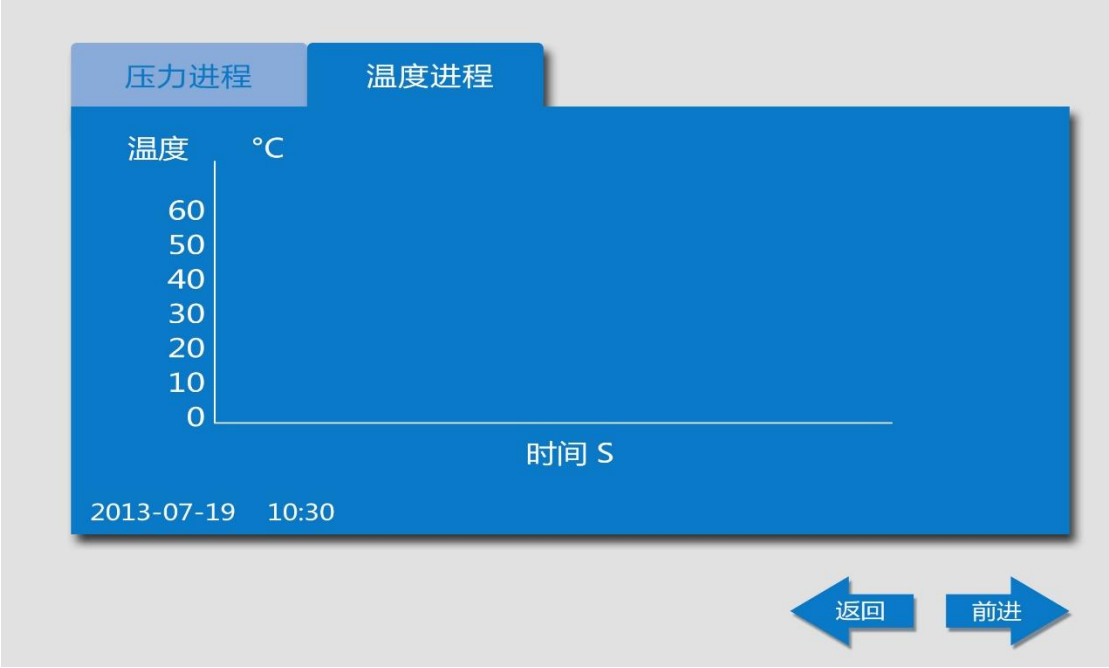


图 12 温度进程

温度进程界面要实时显示 T001、T002 的温度波动曲线。

2.8 蜂鸣确认

若报警蜂鸣器想起。可以点击此按钮关闭蜂鸣确认，与菜单界面的蜂鸣确认同一个功能。

2.9 抽滤界面

点击进入抽滤界面，如图 13 所示，



图 13 抽滤界面

此界面独立于超滤界面，两者界面工作相互独立，在这个界面里面，只有启动和停止，然后显示该工作模块的压力大小，P003，点击超滤界面，返回超滤界面，点击返回也是同样的功能。注：此处的返回和前进可以不需要激活，这个界面没有其他可跳转的界面，只有一个超滤界面可以点击返回超滤工作界面。

3、菜单里面的设置栏功能说明

2. 1 报警设置

点击进入报警界面设置，如图 14 所示，

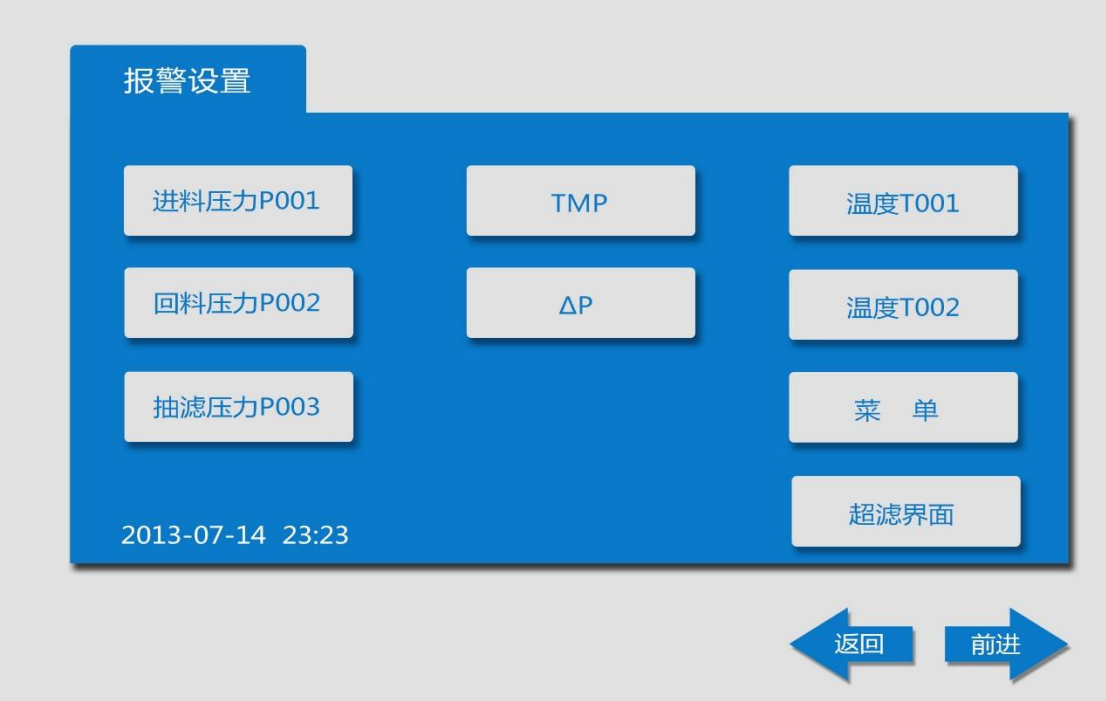


图 14 报警设置

该界面各种参数的报警值设置，点击其中一个进入如下界面，如图 15 所示，

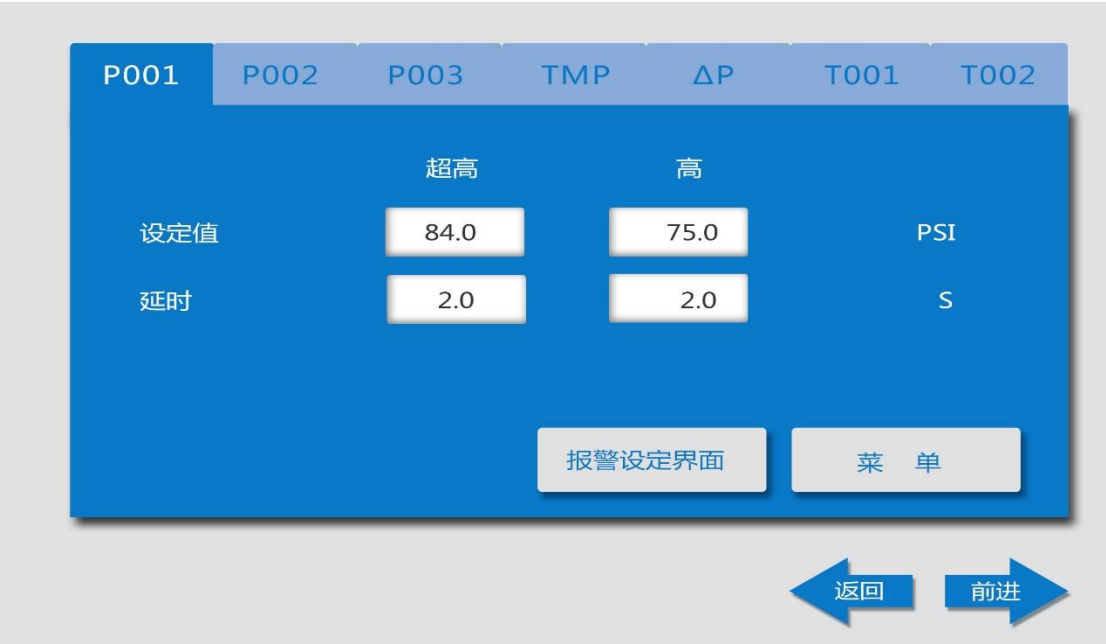


图 15 报警值设定

此界面有压力 P001、P002、P003、跨膜压 TMP、压差、温度 T001、T002 等报警值设定，有超高和高两种报警，超高是超过系统的最大值，一般这个报警要在出现这个情况要在设定的延时时间以后才发出报警，默认 5s 以后自动停止产生该报警的设备。其中 P001、P002、TMP、压差、T001、T002 的超高报警，5 秒后需要强制关闭主泵和副泵的工作，期间也可以手动按钮，给主机一个命令，让它控制从机停止主泵和副泵

的工作。P003 超高报警，则关闭抽滤泵的工作，也就是抽滤界面那个泵。点击报警设定界面返回报警设定界面，点击返回则返回上个界面，点击前进进入下个报警值设置界面。其中除了温度值界面的单位不一样，其他的界面都是一样的。

注：报警时在超滤界面上对应的值附近显示超高或者高，然后该值与超高（高）闪烁提示报警。

2. 2 系统设置

点击系统设置进入如图 16 所示界面，



图 16 系统设置菜单

2. 2. 1 点击日期进入图 17 所示界面，



图 17 时间日期设置

此界面可以进行时间&日期的设置，点击保存修改，即可更新系统时间，点击系统设置，返

回系统设置菜单，点击菜单，则返回菜单界面（就是有命令和设置的菜单，如图 6 所示），返回则是返回上个界面，前进，进入下个界面的设置，也可以点击单位显示进入下个界面的设置，一次设置界面如 18、19、20、21、22 所示，



图 18 单位显示

此界面可选择系统的单位

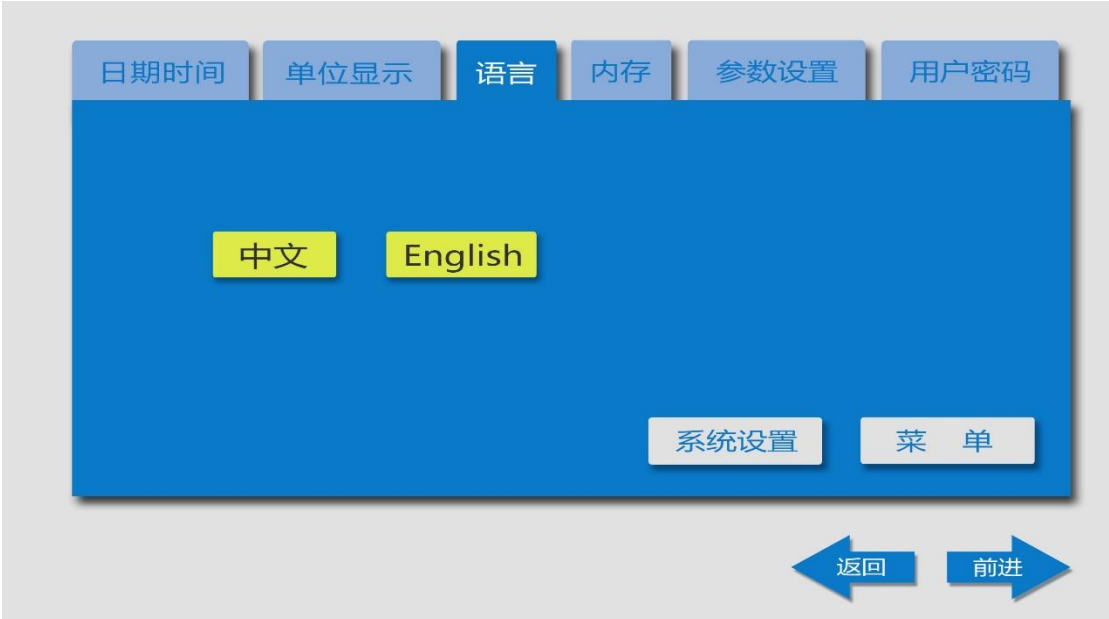


图 19 语言设置

此界面可选择系统语言，

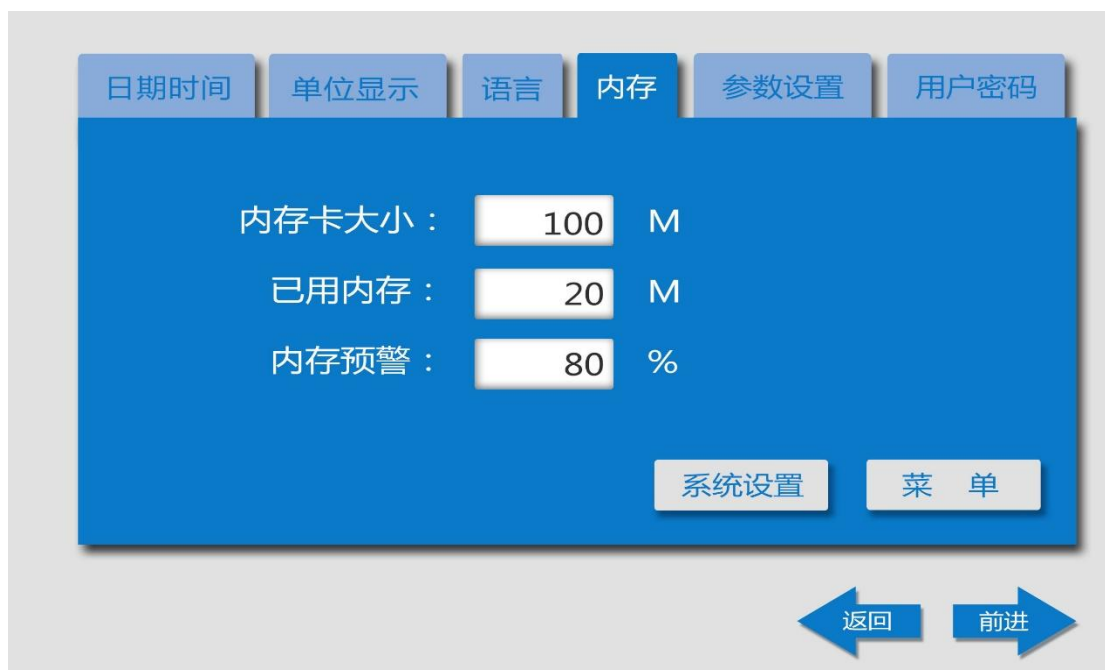


图 20 内存

此界面显示内存，以及可以设置内存报警，达到报警值在超滤界面提示报警原因闪烁即可，不需要蜂鸣器报警。

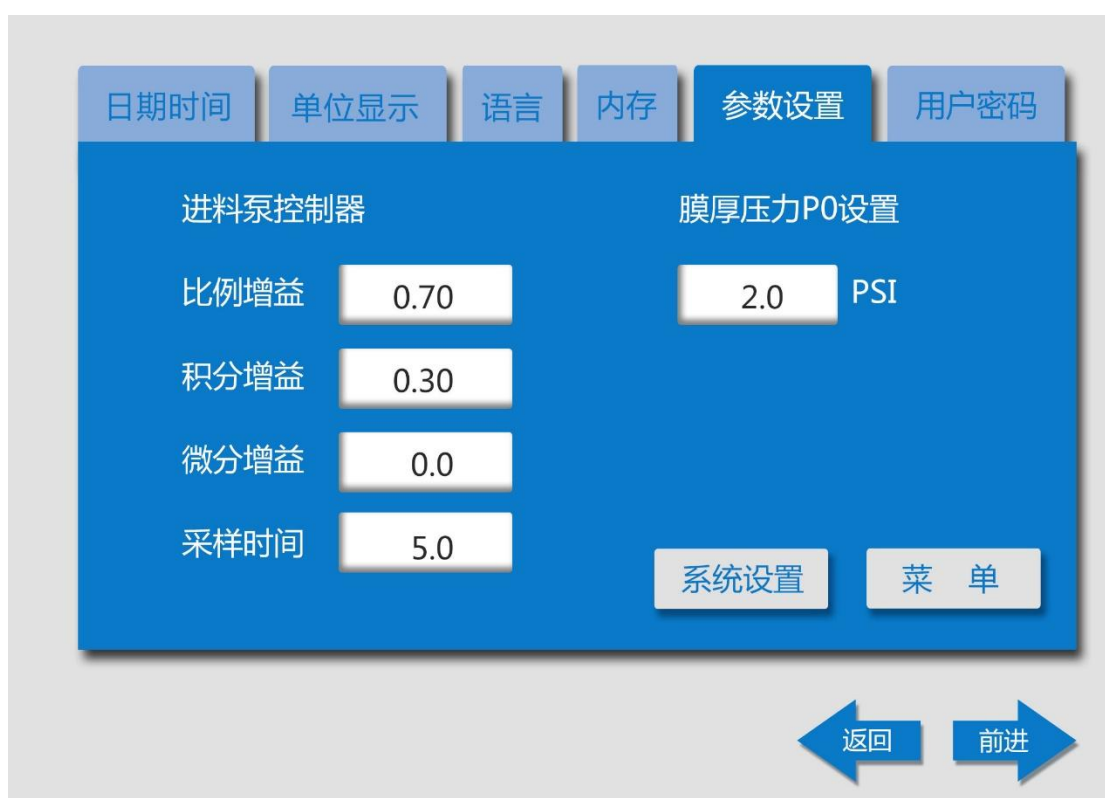
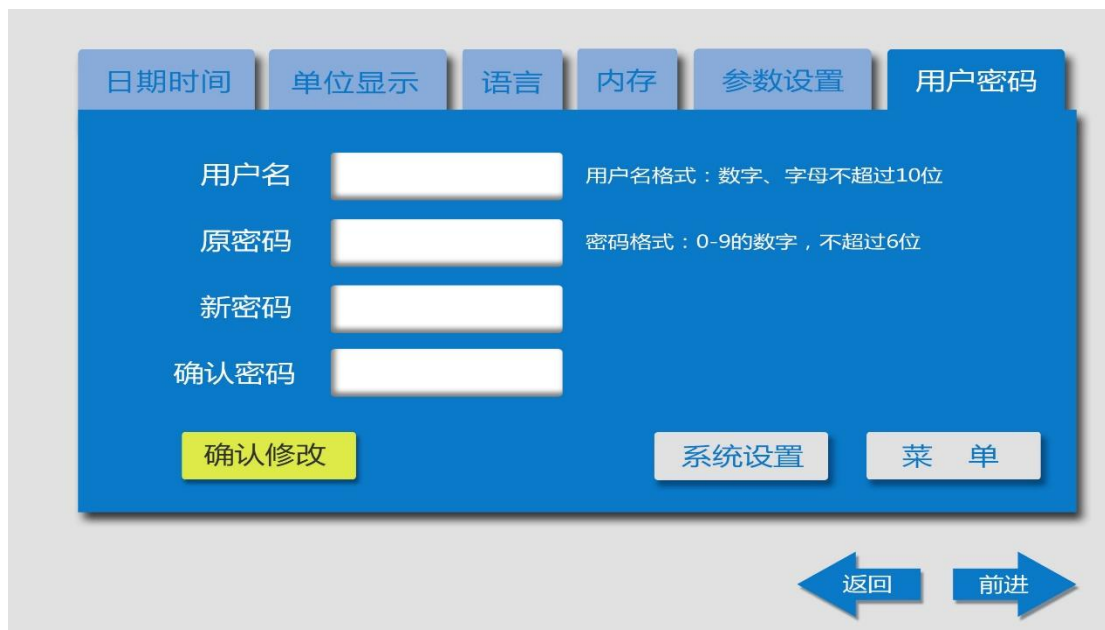


图 21 参数设置

因为在设定压差工作的情况下，可能会涉及到 PID 算法的控制，因为恒压差工作时，要不停的测压差，来调节泵的速度直到达到设定的压差才能稳定工作。在计算跨膜压的时候需要的通过膜后，流出来的液体压力，P0 可以通过设置来计算 TMP，默认是 2. 其他的泵的控制，如果不实用 PID 的控制方法，可以忽略这些参数。



The image shows a software interface for user password settings. At the top, there is a horizontal menu with six tabs: '日期时间' (Date/Time), '单位显示' (Unit Display), '语言' (Language), '内存' (Memory), '参数设置' (Parameter Settings), and '用户密码' (User Password). The '用户密码' tab is currently selected. Below the tabs, the interface is divided into two main sections. The left section contains four input fields: '用户名' (Username), '原密码' (Original Password), '新密码' (New Password), and '确认密码' (Confirm Password). To the right of these fields, there are two lines of text: '用户名格式：数字、字母不超过10位' (Username format: numbers and letters, not exceeding 10 characters) and '密码格式：0-9的数字，不超过6位' (Password format: numbers 0-9, not exceeding 6 characters). Below the input fields, there is a yellow button labeled '确认修改' (Confirm Modification). To the right of this button, there are two white buttons: '系统设置' (System Settings) and '菜单' (Menu). At the bottom right of the interface, there are two blue arrow buttons: '返回' (Return) pointing left and '前进' (Forward) pointing right.

日期时间	单位显示	语言	内存	参数设置	用户密码
<div>用户名 <input type="text"/> 用户名格式：数字、字母不超过10位</div> <div>原密码 <input type="text"/> 密码格式：0-9的数字，不超过6位</div> <div>新密码 <input type="text"/></div> <div>确认密码 <input type="text"/></div> <div><div>确认修改</div><div>系统设置</div><div>菜单</div></div>					

返回 前进

图 22 用户名和密码

此界面可以进行用户名和新密码的设置。