



# 心磁数据采集、预处理和特征分析

## 实验指导书

北京航空航天大学

2025 年 7 月

---

# 目录

心磁数据采集、预处理及特征分析实验指导书 .....	1
第一章 实验目的 .....	1
第二章 实验原理 .....	2
2.1 心磁成像装置 .....	2
2.2 心磁信号预处理 .....	3
2.3 心磁特征提取与分析 .....	4
第三章 实验步骤 .....	7
3.1 64 路心磁数据采集实验步骤 .....	7
3.2 心磁信号预处理 .....	11
3.3 心磁特征提取与分析 .....	14
3.4 心电数据采集实验步骤 .....	17
第四章 心磁数据采集注意事项 .....	19
第五章 实验报告要求 .....	20
第六章 课后思考题 .....	22
附录一 .....	24
1 详细采集流程、软件、硬件介绍 .....	24
1.1 标准配置 .....	24
1.2 常用功能 .....	24
2 系统介绍 .....	25
2.1 磁屏蔽设备介绍 .....	25
2.2 可移动检查床介绍 .....	25
2.3 磁场探测阵列介绍 .....	26
2.4 辅助系统介绍 .....	26
2.5 符号说明 .....	26
3 安装与连接 .....	28
3.1 放置系统 .....	28
3.2 工作电源 .....	28
3.3 外部接口 .....	28
3.4 设备可操作部分 .....	28
4 开机/关机 .....	31
4.1 开机 .....	31
4.2 关机 .....	32
5 基本界面和操作 .....	36
5.1 登录界面 .....	36
5.2 患者管理界面 .....	37
5.3 采集管理界面 .....	38
5.4 分析管理界面 .....	39
5.5 设置界面 .....	41
6 操作流程 .....	43
6.1 患者检查前的准备 .....	43

---

6.2 开始检查.....	43
6.3 采集数据.....	46
6.4 暂停检查.....	48
6.5 报告分析.....	49
6.6 结束检查.....	49
6.7 消毒.....	50
6.8 紧急情况.....	50
7 历史报告查询.....	51
8 数据管理 .....	52
8.1 数据存储.....	52
8.2 患者信息管理 .....	53
8.3 检查记录管理 .....	53
8.4 权限管理.....	54

---

# 心磁数据采集、预处理及特征分析实验指导书

## 第一章 实验目的

### 1、掌握基于 SERF 磁强计的心磁成像装置使用方法、掌握心电设备的基础使用方法

通过实际采集心磁以及心电数据数据，使学生能够熟练操作和应用基于无自旋交换驰豫（SERF）磁强计的心磁成像装置以及心电采集设备。学生将学习如何正确安装和校准设备，了解心磁设备的工作原理，掌握数据采集过程中的注意事项，从而确保实验数据的准确性和可靠性。

### 2、掌握提高心磁信号质量的预处理方法

通过对采集到的心磁信号进行预处理，使学生掌握一系列提高心磁信号质量的方法。这包括噪声过滤、基线校正、信号放大和频谱分析等技术。学生将学会如何识别和处理干扰因素，提高信号的信噪比，从而获得更为清晰和准确的心磁图数据。

### 3、掌握心磁图定量分析方法

通过心磁特征提取与分析，使学生掌握心磁图的定量分析方法。学生将学习如何从预处理后的心磁信号中提取有意义的生理特征，如心律、心率变异性和其他与心脏健康相关的参数。同时，学生将了解如何应用这些特征进行临床诊断和科研分析，掌握心磁图数据的解释和应用技巧。

## 第二章 实验原理

### 2.1 心磁成像装置

心磁图仪 (MCG) 系统由多层圆柱形磁屏蔽、单层平面光泵磁力仪 (OPMs) 阵列和数据采集 (DAQ) 装置组成，如图 1 所示。



图 1 心磁图仪

每个 OPMs 是一个独立的单元，包含所有必要的光学元件，包括一个 795 nm 半导体激光器，一个用于激光光束调制的光学器件，一个 Rb-87 气室和一个光电探测器。OPMs 在空房测量时的噪声水平为  $7\text{-}10 \text{ fT}/\sqrt{\text{Hz}}$ ，工作动态范围为  $\pm 5\text{nT}$ 。正常工作要求背景噪声小于  $50\text{nT}$ 。每个传感器的尺寸为  $12.4 \times 16.6 \times 24.4 \text{ mm}^3$ ，并使用  $6.5 \text{ m}$  的柔性电缆与控制电子模块连接。实验中，传感阵列覆盖面积为  $125 \times 125 \text{ mm}^2$ ，由 32 个 OPMs 组成，如图 2 所示。OPMs 测量垂直于传感器阵列的 z 方向磁信号。



图 2 OPMs 阵列装置

实验环境中，采用多层圆柱形磁屏蔽桶屏蔽电气设备产生的地面磁场噪声和电磁噪声，使 OPMs 能够在低磁环境下有效获取 MCG 数据。多层圆柱形磁屏蔽体采用本实验室研制的四层坡莫合金和一层铝制作而成。该结构形式为一端开口，最内层为屏蔽结构外形尺寸为  $800 \times 1600\text{mm}^2$ 。测量区域的总剩磁小于  $5\text{nT}$ ，满足 OPMs 正常工作对背景噪声小于  $50\text{nT}$  的要求。

DAQ 由 1 个机箱和 3 个 16 通道采集板组成。该 DAQ 装置的分辨率为 16 位，总采样率为  $250\text{kS/s}$ ，采用定制的 LabVIEW 软件进行控制。

## 2.2 心磁信号预处理

心磁信号非常微弱，大约在  $10^{-10}\text{T}$  的量级。因此，测量心磁图像除了需要屏蔽性能好的屏蔽房和屏蔽桶之外，还需要辅以常见的信号处理手段对信号进行预处理以消除噪声，提高心磁信号的质量。

数字滤波器法是对信号进行傅里叶变换，根据心磁信号和干扰信号的频域特性，设计适合的低通、高通或带通滤波器的方法。目前常用方法是先利用带通滤波去除机电噪声、 $50\text{Hz}$  工频干扰和来自环境的高频噪声，然后使用中值滤波去除余下的基线漂移。

数字滤波处理方法可以去掉心磁信号中大多数不需要的噪声，但是处理后的信号仍存在一些与心磁信号频率重叠的噪声。所以，在使用数字滤波后，还

需要使用其他方法进一步降低不相关的噪声，如叠加平均法。叠加平均法是一种实现简单，计算迅速的方法，将整段的心磁信号进行叠加平均，得到一个心动周期内的平均化心磁信号。对 N 个周期数据进行平均化处理，可以将数据的信噪比提高倍。

## 2.3 心磁特征提取与分析

### 2.3.1 心磁特征提取

目前，心磁图特征提取主要针对蝴蝶图、等磁图、电流密度图等进行，得到包含一维特征和二维特征的多维参数。其中，一维参数是指通过蝴蝶图的时域图像直接提取的参数，较为简单直观，且可与传统的心电图特征相互参照，主要是各个典型波段的持续时间以及幅值。典型的一维特征如下图所示。

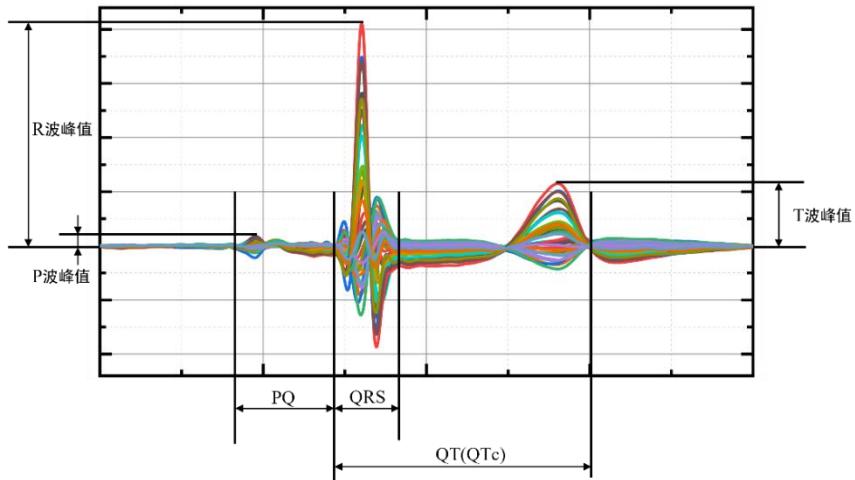


图 3 蝴蝶图及典型一维特征

另外，由于蝴蝶图是叠加平均得到的，其无法读取心率、平均 RR 间期、心率变异性（Heart Rate Variability, HRV）等特征，这些特征需要在叠加平均之前计算。校正 QT 间期的计算公式为

$$QTc = \frac{QT}{RR_{normalized}^{0.5}} \quad (2-1)$$

或者

$$QTc = \frac{QT}{RR_{normalized}^{0.33}} \quad (2-2)$$

式中， $RR_{normalized}$  为标准化心率值，根据 60 除以心率而得，当心率超过 60 次/min 时，式(2-1)对 QT 的校正程度更好。反之，则式(2-2)更优。

由于 MCG 探头阵列的空间排布，在任意时刻可以以等磁图的形式将各个通道的输出展示在一张等值线图上。通常可以使用插值算法使得等磁图边缘更加平滑。为减少噪声干扰，通常选用叠加平均后的蝴蝶图的典型波（如 T 波）所在位置绘制等磁图。通过选定时刻的等磁图可以提取这一时刻的一些空间特征，如两极间距，两极角度等，也可比较不同时刻等磁图特征的变化，如从 T 波起点到 T 波顶点两极角度的变化量等。

对等磁图进行求导能够得到电流密度图（电流矢量图）若定义等磁图平面为  $xOy$  平面，则传感器所测得心磁信号为  $z$  轴方向。因此可以通过磁场  $B_z$  对两轴分别求导得到二维电流矢量  $\mathbf{I} = (I_x, I_y)$ ，即

$$I_x = \frac{dB_z}{dy} \quad (2-3)$$

且

$$I_y = -\frac{dB_z}{dx} \quad (2-4)$$

而电流矢量的大小  $|\mathbf{I}|$  则为

$$|\mathbf{I}| = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} \quad (2-5)$$

实践中，一般使用双向差分值代替微分，将空间各点的  $|\mathbf{I}|$  绘制成为等值线图并将电流矢量标注在其上即可得到电流密度图。

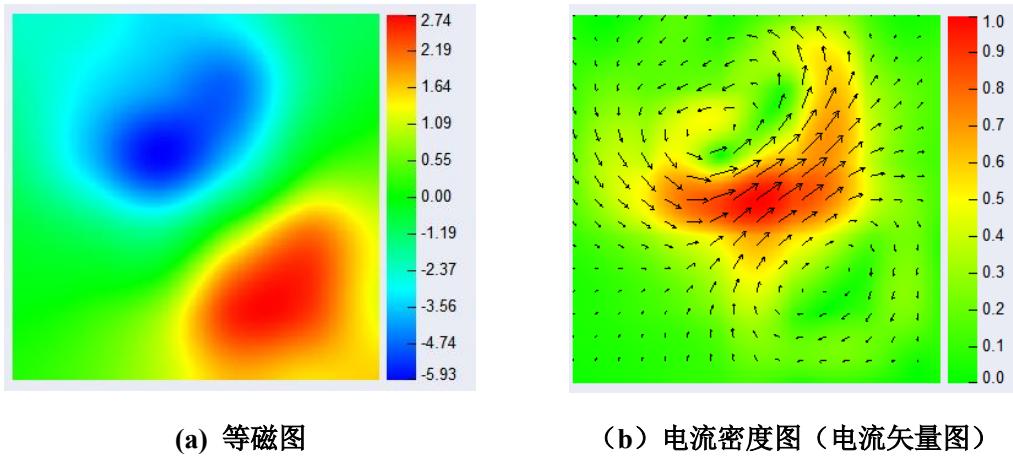


图 4 心磁二维特征图

与等磁图类似，通过计算各个典型位置（如 P, QRS, T 波顶点）的电流密度图，可以获得丰富的电生理信息。另外可以将各个电流矢量求和，得到总电流矢量（Total Current Vector, TCV） $\mathbf{I}_T$ ，即

$$\mathbf{I}_T = \sum_{n=1}^N \mathbf{I}_n(t) \quad (2-6)$$

其中  $\mathbf{I}_n(t)$  代表  $t$  时刻第  $n$  个位置的电流矢量。通常可以将 TCV 的大小和方向作为两个电流矢量图特征。当然也可以取最大电流矢量（Maximum Current Vector, MCV），不同时刻电流矢量的旋转角度等作为特征。

### 2.3.2 心磁特征分析

通过对心磁提取特征的定量分析，可以得到心磁特征与所关心病症或年龄、性别等其他特征的关系，进而为进一步的诊断等工作筛选合适的特征。一般可以通过回归分析验证特征之间的相关性，并可利用  $t$  检验或  $F$  检验定量计算显著性水平（ $P$  值）。另外，也可以通过直方图、箱线图等统计图表直观展示不同特征的统计特性。

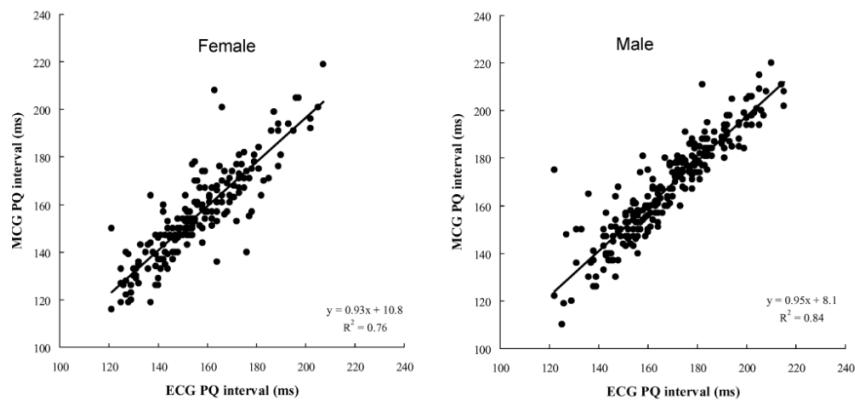


图 5 单变量线性回归

经过特征筛选后，得到的与所关心疾病或其他特征强相关的心磁特征后，即可通过这些特征进行进一步研究。通常可以通过 MCG 特征进行疾病分类、预后分析、风险评估等。通常可以构建专家系统，或利用经典的机器学习算法进行分类。另外若特征与疾病相关性不明显，可以考虑其他特征工程分析方法进行分析，或者先利用深度学习方法进行端到端学习，再训练出或提出特征进行验证等方法。

## 第三章 实验步骤

### 3.1 64 路心磁数据采集实验步骤

(详细采集流程、软件、硬件介绍见附录一)

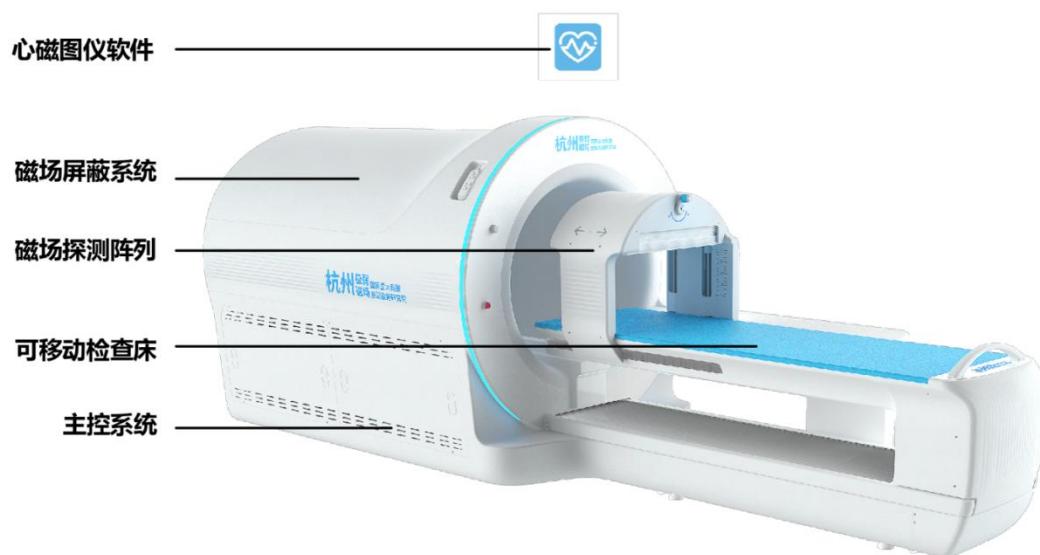


图 6.2.0 设备结构图

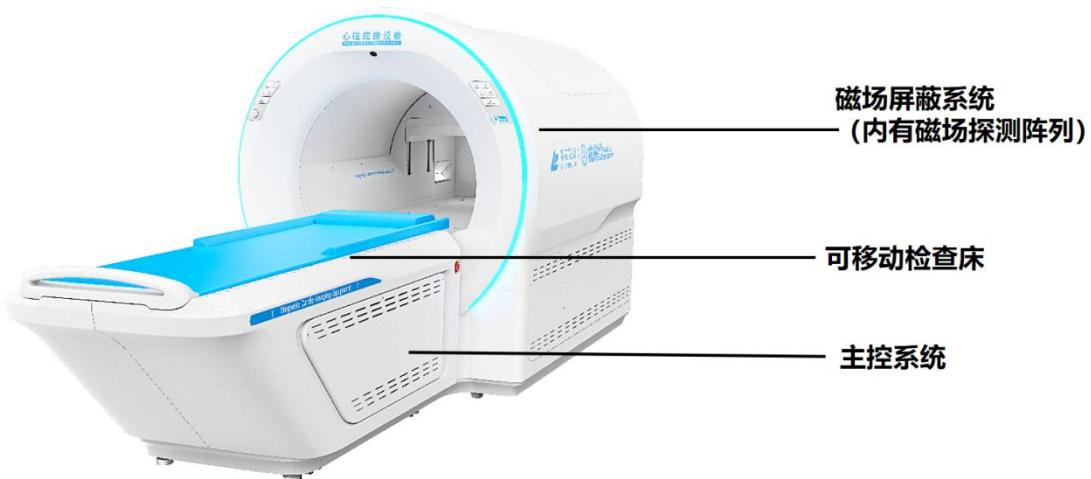


图 7.2.1 设备结构图

#### 3.1.1 2.0 设备面板操作流程

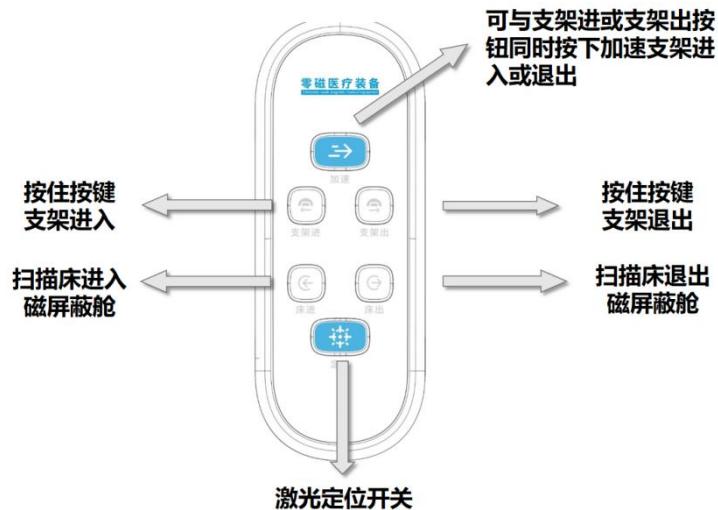


图 8.2.0 心磁设备操作面板

#### 进舱流程:

- 1) 首先规定面板为四行二列，从左到右。即 1, 2, 3, 4, 5, 6。分别为“加速”，“支架进”，“支架出”，“床进”，“床出”，“激光”。
- 2) 同时持续按压第 2 个按钮以及第 1 个按钮，使探测阵列支架快速运动到胸部位置，可通过单独持续按压第 3 个按钮按键进行微调。
- 3) 点击第 6 个按钮，打开床体定位激光，通过定位激光将支架定位到心脏位置。
- 4) 手动转动支架上的手柄将探测阵列降到合适高度。短按第 6 个按钮关闭定位激光；
- 5) 短按第 4 个按钮，使检查床完全移动至屏蔽桶内部。

#### 出舱流程:

- 1) 心磁数据采集结束后，短按第 5 个按钮，将扫描床退出屏蔽舱。
- 2) 手动操作手柄抬升探测阵列。
- 3) 同时持续按压第 3 个按钮以及第 1 个按钮，等待所有操作完成后再移动患者，患者结束检测。

### 3.1.2 2.1 设备面板操作流程

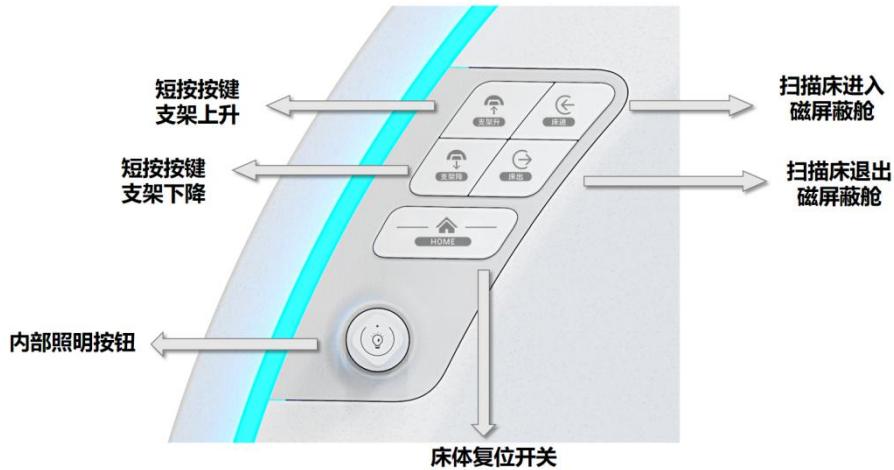


图 9.2.1 心磁设备操作面板

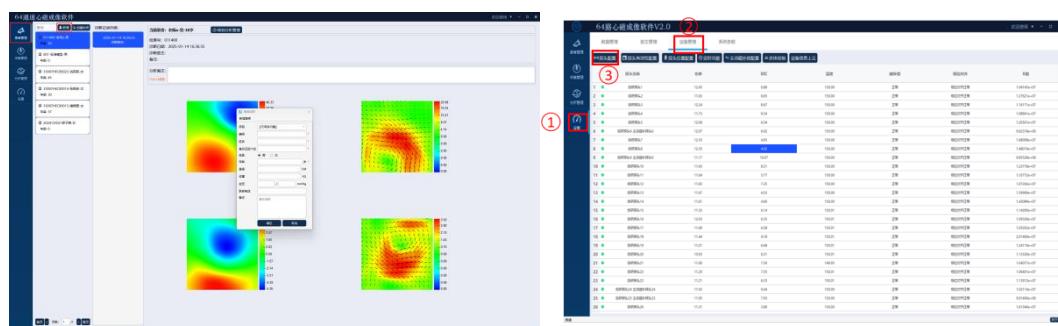
### 进舱流程:

- 1) 首先规定面板为三行二列，从左到右。即 1, 2, 3, 4, 5。分别为“支架升”，“床进”，“支架降”，“床出”，“HOME”。
- 2) 将患者移动到心磁扫描床后，在患者两乳头中线位置贴上二维码
- 3) 然后按压第 2 个按钮。若患者位置正确，将听到语音播报“正在进入设备，请勿移动身体”；若患者位置有偏差，根据语音播报“超出调整范围，请向（左）移动身体”移动患者位置。
- 4) 床体进入后，按压第 3 个按钮，语音播报“正在调整检测面板，请勿移动身体”，支架回弹后播报“正在检测，请勿移动身体”；

### 出舱流程:

- 1) 心磁数据采集结束后，按压第 1 个按钮，等支架上升到最高点后，按压第 4 个按钮，将扫描床退出屏蔽舱。
- 2) 床体退出稳定后再移动患者。

### 3.1.2 心磁软件操作流程



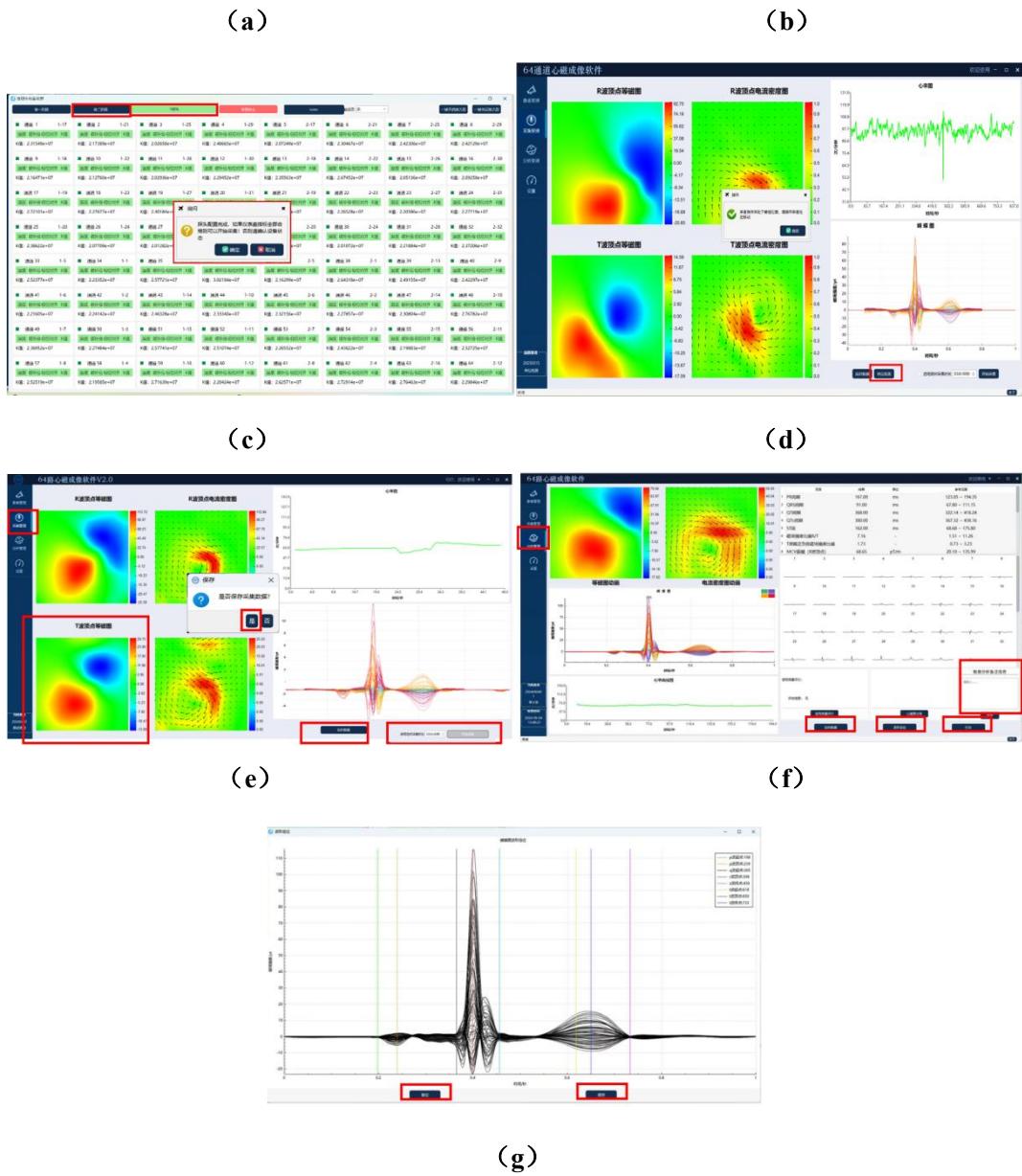


图 10 心磁软件界面

- 1) 新增人员 -> 输入采集人员信息 -> 点击确定 (如图 10-a)
- 2) 点击左侧设置 -> 点击设备管理->点击探头配置 (如图 10-b)
- 3) 第一阶段 -> 第二阶段 ->等待进度条至 100%点击确认 (第一阶段如果温度大多数变绿即无需点击第一阶段, 第二阶段进度条达到 100%即可, 如图 10-c)
- 4)点击体位检测,根据提示调整体位-> 调整定时采集时长(如果已经为 01:30 则无需设置) -> 点击开始采集 (如图 10-d)
- 5) 点击采集中提前结束采集/定时结束点击保存 -> 是否保存数据-是 (如图

---

10-e)

6) 点击左侧分析管理，查看心磁质量（如图 7-f）-> 心磁波形定位（如图 10-g），进行校准->打开心磁数据存放位置，压缩后传输。

## 3.2 心磁信号预处理

1) 数字滤波：对采集到的数据按通道进行读取。

(a) 打开文件

```
fid=fopen([' baseData文件']);  
A = fread(fid,'float');  
fclose(fid);
```

(b) 按通道读取数据，结果在 rawData 中以  $64 * (\text{time} * \text{Fs})$  存储

```
data=A(513:length(A),); %前 512 个数据是头文件  
chanel = 64;  
time = length(A)/chanel/Fs;  
for i = 1:1:time  
    for j = 1:1:chanel  
        for g = 1:1:1000  
            rawData(j,(i-1)*chanel*Fs+g) = data((i-1)*chanel*Fs+(j-1)*1000+g);  
        end  
    end  
end
```

(c) 查看结果，以通道 29 为例

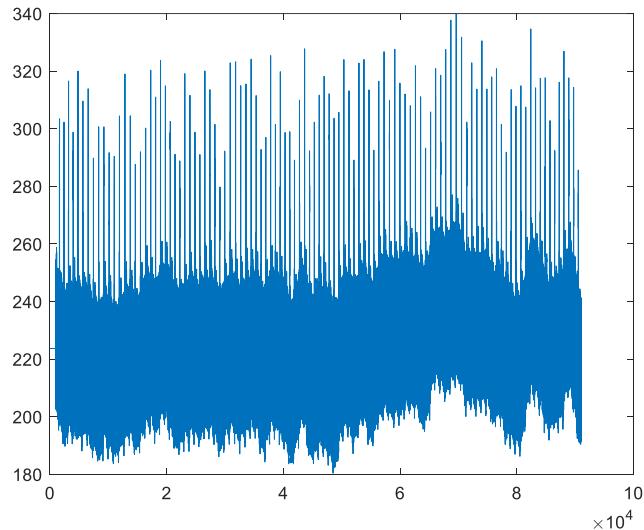


图 11 通道 29 的心磁信号

2) 数字滤波：先进行 1-40Hz 带通滤波去除大部分噪声，然后通过 300 窗口中值滤波得到基线漂移后去除。

(a) 数字滤波

```
for i= 1:64 %64通道
    Filter_data1(i,:) = bandpass(rawData(i,:),[1
40],Fs,'Steepness',0.85,'StopbandAttenuation',60); %1-40Hz带通滤波
    Med_data(i,:) = medfilt1(Filter_data1(i,:),300); %300窗口中值滤波
    Filter_data2(i,:) = Filter_data1(i,:)-Med_data(i,:); %去除基线漂移
end
```

(b) 查看结果, 以29通道为例

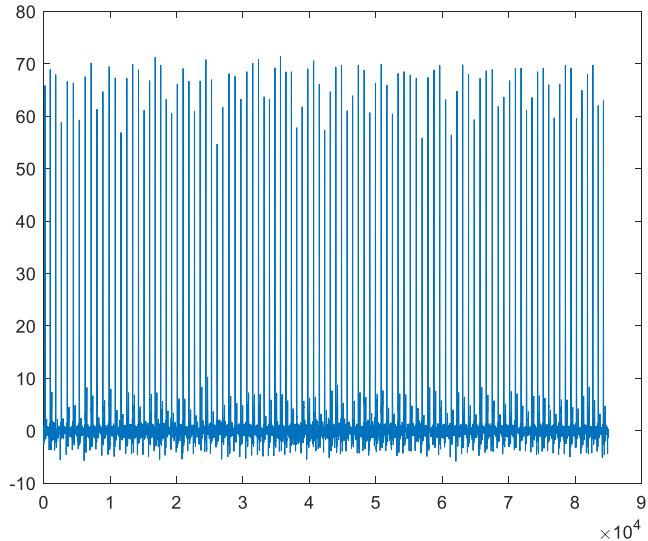


图 12 数字滤波后结果

3) 叠加平均: 先选择某一通道进行 R 波识别, 然后对每个通道, 以 R 波峰值点为中心, 向前取 1/3s, 向后取 2/3s 作为心动周期。对一个通道所有心动周期的对应点进行叠加平均, 即可得到此通道的叠加平均结果。

(a) R 波检测

```
R_channel = Filter_data29; %用于R波检测的通道
[peaks, RIIndex] = findpeaks(R_channel, 'MINPEAKDISTANCE', Fs*0.5); %Fs
采样率
```

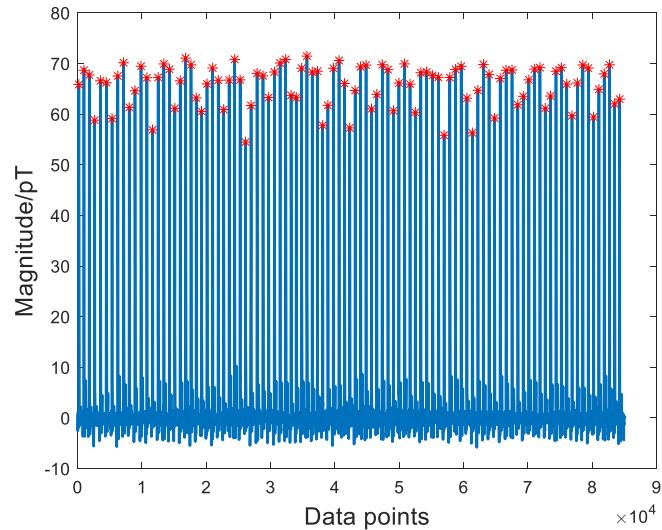
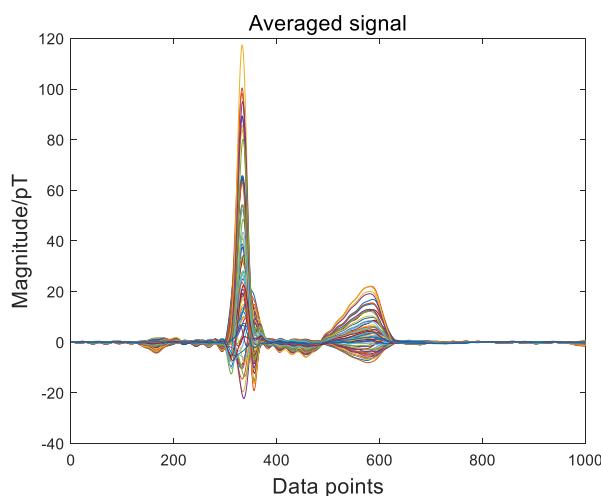


图 13 R 波检测结果

(b) 叠加平均

```
d = ceil(0.333*Fs); % 每个周期取R波峰前Fs/3个点和后2Fs/3个点 ceil: 向上取整函数
Stack_average = zeros(64,3*d+1); % 用于存放每一个通道叠加平均之后的结果
avg_get = zeros(1,size(Filter_data,2)); % 用于获取单独通道的变量
for i =1:64
    avg_get = Filter_data(i,:);
    Heartbeat = zeros(length(RIndex),3*d+1); % 用于存放单独一个通道的每一个心动周期用于叠加平均, 其中每一行就是一个心动周期
    for j = 2:size(Heartbeat,1)-1
        temp = avg_get((RIndex(j)-d):(RIndex(j)+2*d));
        Heartbeat(j,:) = temp;
    end
    Stack_average(i,:) = mean(Heartbeat,1); % 对一个通道所有心动周期叠加平均
end
```

(c) 叠加结果



---

图 14 64 个通道分别叠加平均结果

### 3.3 心磁特征提取与分析

#### 3.3.1 心磁特征提取

1) 对 R 峰检测的结果进行处理，绘制心率随时间变化的曲线，并计算平均心率；可选地，分析 HRV 特征。

```
%绘制 RR 间期随时间变化曲线并计算平均 RR 间期
function ave_RR_interval = calculateRR(RRarray)
    temRRarrayl = RRarray(2:end);
    temRRarrays = RRarray(1:end-1);
    RRI = temRRarrayl - temRRarrays;
    figure;
    plot(temRRarrayl,RRI);
    xlabel("Time(s)")
    ylabel("RR Interval(s)")
    ave_RR_interval = mean(RRI);
end
```

2) 对蝴蝶图进行波形检测与划分，得到各个波形起点、顶点、终点的位置，可以选择手动划分或自动化程序划分，并与.pk 文件结果对比。

```
%读取.pk 文件内的波形信息，分别为 P 波起点终点，Q 波起点，R 波顶点，S 波终点，T 波的
%起点，顶点和终点
function wave_matrix = readPK(path)
    fid=fopen(path);
    wave_matrix = fread(fid,'int')./1000;
    fclose(fid);
end
```

3) 根据各个波形的定位信息，计算时域特征 PQ, QRS, QT 和 QTc。

```
%计算各个时间间隔
function [PQ,QRSS,QT,QTc] =
calculateIntervals(P_start,QRSS_start,QRSS_end,T_end,RR_interval)
    PQ = QRSS_start - P_start;
    QRSS = QRSS_end - QRSS_start;
    QT = T_end - QRSS_start;
    if RR_interval < 1
        QTc = QT./RR_interval.^0.5;
    else
        QTc = QT./RR_interval.^0.33;
    end
end
```

---

4) 根据蝴蝶图绘制等磁图，并计算 P 波顶点，QRS 波顶点，T 波顶点位置的最大磁场强度和 T 波的两极角度。

```
%绘制等磁图并计算相关参数
function [max_mag,max_angle] = drawIsomagnetogram(bfd_matrix,pos)
interp_num = 5;
mat = reshape(bfd_matrix(:,pos),[6,6]);
mat = rot90(mat);
x = 1:8;
y = 1:8;
xi = 1:1/interp_num:8;
yi = 1:1/interp_num:8;
[x,y] = meshgrid(x,y);
[xi,yi] = meshgrid(xi,yi);
zi = interp2(x,y,mat,xi,yi,'spline');
figure;

[~,h] = contourf(xi,yi,zi,60);
set(h,'LineColor','none')
colorbar

max_mag = max(max(zi));
min_mag = min(min(zi));
[max_pos_x,max_pos_y] = find(zi==max_mag);
[min_pos_x,min_pos_y] = find(zi==min_mag);
max_angle = atan2(max_pos_y-min_pos_y,max_pos_x-min_pos_x);
```

5) 根据等磁图绘制电流密度图，并计算 P 波顶点，QRS 波顶点，T 波顶点位置的 TCV、MCV 的大小与角度。

```
%绘制伪电流密度图并计算相关特征
function [TCV_angle,MCV_angle] = drawCAM(bfd_matrix,pos)
interp_num = 5;
mat = reshape(bfd_matrix(:,pos),[6,6]);
mat = rot90(mat);
x = 1:8;
y = 1:8;
xi = 1:1/interp_num:8;
yi = 1:1/interp_num:8;
[x,y] = meshgrid(x,y);
[xi,yi] = meshgrid(xi,yi);
zi = interp2(x,y,mat,xi,yi,'spline');
c = cell(size(zi)-1);
I = zeros(size(zi)-1);
D = zeros(size(zi)-1);
```

---

```

TCV = [0,0];
for i = 1:size(zi,1)-1
    for j = 1:size(zi,2)-1
        if i==1
            xx = -(zi(i+1,j)-zi(i,j));
        else
            xx = -(zi(i+1,j)-zi(i-1,j))/2;
        end
        if j==1
            yy = (zi(i,j+1)-zi(i,j));
        else
            yy = (zi(i,j+1)-zi(i,j-1))/2;
        end
        c{i,j} = [xx,yy];
        TCV = TCV + [xx,yy];
        I(i,j) = sqrt(xx^2+yy^2);
        D(i,j) = atan2(yy,xx);
    end
end

I = I./max(max(I));
figure;
[~,h] = contourf(xi(1:end-1,1:end-1),yi(1:end-1,1:end-1),I,60);
set(h,'LineColor','none')
colorbar

hold on

for i = 1:size(zi,1)-1
    for j = 1:size(zi,2)-1
        tpr = 7.* c{i,j}./max(max(I))./interp_num;
        quiver(xi(i,j),yi(i,j),tpr(1),tpr(2))
    end
end

TCV_angle = atan2(TCV(2),TCV(1));
MCV_angle = D(find(I == max(max(I))));

end

```

### 3.3.2 心磁特征分析

#### 1) 根据提取的特征绘制特征表格并计算统计信息

首先，根据从心磁数据中提取的各种特征，构建一个全面的特征表格。该表

格应包含每个特征的数值，并以清晰的方式呈现。接下来，针对每个特征，计算其统计信息，包括均值（Mean）、方差（Variance）、标准差（Standard Deviation）等。这些统计信息有助于了解特征的集中趋势和离散程度，为后续分析提供基础数据支持。

## 2) 分析特征与人口统计学变量的相关性及特征间的独立性

对于每个提取的特征，进行简单的相关性分析，以评估其与人口统计学变量（如年龄、性别等）的关系。使用皮尔逊相关系数或斯皮尔曼秩相关系数等统计方法，量化特征与人口统计学变量之间的相关性强度。同时，分析不同特征之间的独立性，评估它们是否相互独立或存在相关关系。这些分析有助于揭示特征与外部变量之间的潜在联系，进一步理解心磁数据的内在结构和特点。通过这些分析，可以为后续的临床研究和个性化医疗提供数据支持和理论依据。

### 3.4 心电数据采集实验步骤

### 3.4.1 开机与设备检查

将电源按照（a）图示位置插入，将U盘按照（a）图示插入，检查导联是否连接正常（b）图红色标注为导联连接线，（c）图为4个肢体导联（架子）和6个胸部导联（吸盘）。

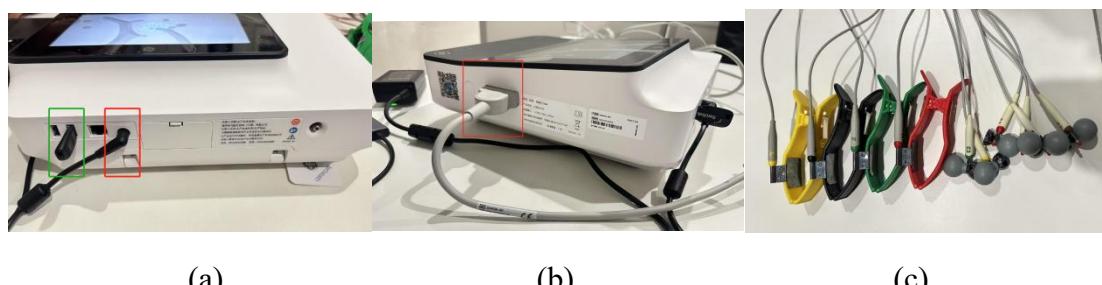


图 15 心电图连接方式

### 3.4.2 信息录入

使用键盘在屏幕上点击新患者，输入患者编号(预约号)、姓、名、年龄（非必填）、性别（非必填），保存信息，完成录入。

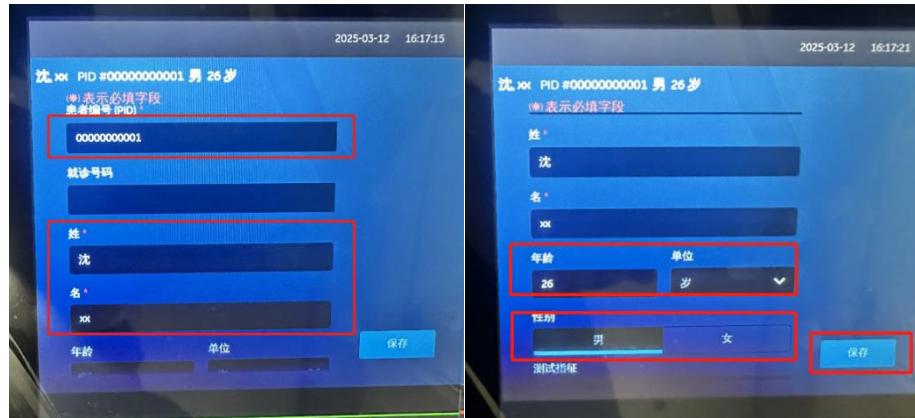


图 16 心电图信息录入

### 3.4.3 连接导联

每位被试开始前，均进行探头金属部分清洁（根据图 17 左上图），根据 12 导联的位置示意图（图 17 中间图片）分别连接肢体导联（RA、LA、LL、RL）和胸部导联（v1-v6）。

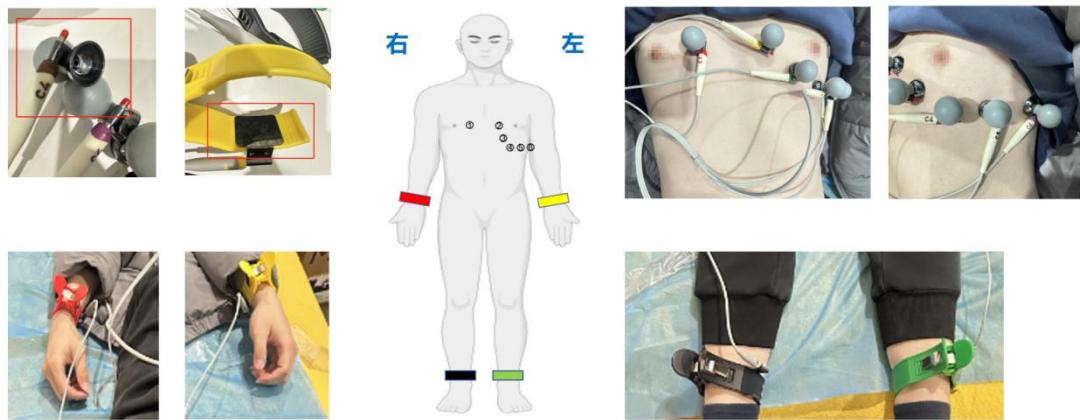


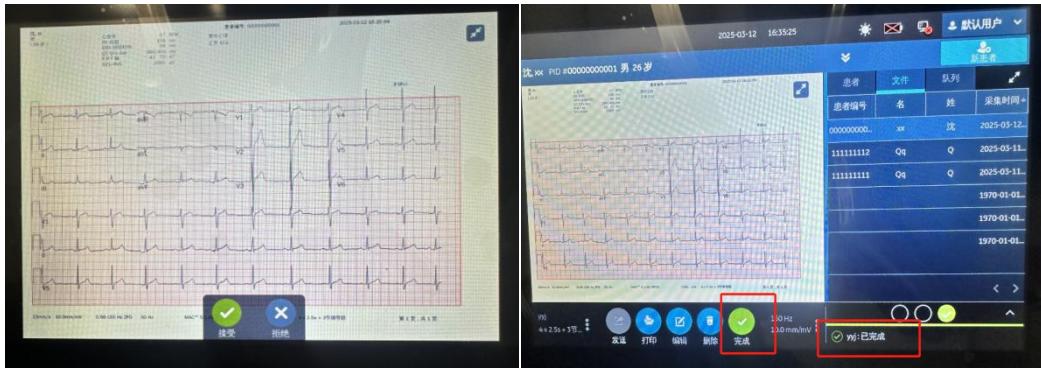
图 17 心电图连接方式

### 3.4.4 采集

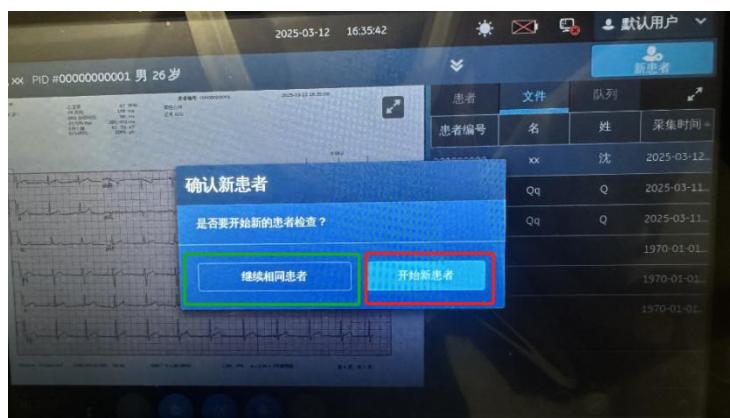
1) 等待波形通道稳定，如有问题，根据提示重新拔插；



2) 得到心电图检测结果，完成并自动上传采集结果；



- 3) 采集结束后, 若信号质量较差或心电图有疾病提示, 则继续相同再采集一次心电图;  
若信号质量良好, 心电图正常, 则开始新患者, 继续采集下一位;



- 4) 使用结束, 确保数据传输完成后, 长摁关机。拔掉电源线、U 盘, 将导联归位。



## 第四章 心磁数据采集注意事项

### (1) 采集前

---

心磁采集包括但不限于以下禁忌症：

- 1、电子植入物：例如：起搏器、刺激器、胰岛素泵、耳蜗移植体；
- 2、不宜进行心磁成像（科研）设备检查的其他植入物和假体、异物、贴片等；
- 3、危重病人带有各种抢救设备者；
- 4、其它任何科研认为不应做该心磁检测的人群，如幽闭恐惧症病人。

以上各项禁忌症患者在扫描前要进行调研、询问，弄清情况，再决定是否做心磁成像检查。

### （2）采集时

设备设有急停开关，当病人检查过程中发生意外情况（设备异常或病人异常）时，可按下床体前端两侧的任一急停开关，此时床体运动停止，检测阵列可正常运行，如检测阵列已下降，可通过按键操作上升，之后可手动将床板拉出，处理意外情况。

意外情况解除后，可旋转急停开关使其打开，此时床体通电，短按复位按键『』，此时设备自动进行复位，复位结束后，设备可正常进行工作。

**注意：**意外情况解除后，在短按复位按键之前务必确保床体两侧的急停开关全部被旋出。如未旋出急停开关前按动了复位按键会导致程序错乱，此时即使旋出急停开关后再复位也没有反应，若此情况发生，只能进行重启设备操作。

### （3）采集后

采集数据请严格遵循隐私与保密制度。

## 第五章 实验报告要求

### 1. 实验报告标题

实验报告标题应简明扼要，准确反映实验的核心内容和主题，吸引读者的关注。

### 2. 基本信息

在报告的开头部分，提供包括专业班级、姓名、学号等基本信息，以便于报告的识别和归档。

### 3. 实验目的

---

简要说明心磁实验的目标，并阐述该实验对个人学习目标的重要性。通过描述实验的具体目标，让读者了解实验的意义和预期成果。

#### 4. 实验原理介绍和背景

对心磁图的基本原理进行简单解释，介绍心磁图在医学中的潜在应用及其研究价值。背景部分应涵盖心磁图的历史发展、技术优势以及其在临床诊断和科学的研究中的应用前景。

#### 5. 材料和方法

设备清单：列出实验所需的所有设备和材料，包括型号和生产厂家，以便于实验的再现和验证。

实验过程：详细描述实验的每一个步骤，包括设备的安装与调试、数据采集方法以及实验中的注意事项。确保描述清晰易懂，使他人能够根据此指导重复实验。

#### 6. 实验结果和数据分析

数据展示：使用表格、图像（如蝴蝶图、等磁图、电流密度图）等方式展示实验中收集到的数据。

分析方法：详细描述数据分析的方法和工具，解释分析过程中的每一步骤。

结果解析：深入分析实验结果，对 P 波、QRS 波群和 T 波段的基本心磁特征进行解释。讨论结果的意义和潜在的生理机制。

#### 7. 结论

根据实验结果，讨论实验目标是否达成，并给出明确的结论。如果实验结果与预期不符，分析可能的原因和影响因素，并提出合理的解释。

#### 8. 错误分析

讨论实验过程中可能出现的误差源，如仪器误差、环境干扰和操作失误等。分析这些误差对实验结果的影响，并提出改进措施以减少误差。

#### 9. 参考文献

列出实验报告中引用的所有文献和资料，确保引用格式规范，便于读者查阅原始资料。

#### 10. 实验感想和改进建议

实验感想：反思实验过程中遇到的问题和挑战，分享实验带来的收获和心得

---

体会。

改进建议：针对实验中发现的不足，提出改进方法或建议，以提高实验的准确性和有效性。探讨未来实验的改进方向，促进实验技术的不断完善。

## 第六章 课后思考题

### 1. 电子植入物干扰抑制方法的开发

部分电子植入物可能会对心磁信号的采集造成较大干扰。请思考并讨论是否可以发展新的心磁信号预处理方法，以有效抑制由电子植入物引起的干扰。具体可以考虑哪些算法和技术手段来实现这一目标？

### 2. 数据压缩与信息保真

在减少数据存储空间的同时，如何确保心磁信号中的有效信息不丢失？请思考并讨论有哪些数据压缩技术可以应用于心磁信号处理？在数据压缩和信号保真之间，如何找到最佳平衡点？

### 3. 低质量信号筛选策略

在心磁数据采集中，如何筛选出受干扰严重的低质量心磁信号？请思考并讨论可以采用哪些标准和方法来自动识别和剔除这些低质量信号，以提高数据的整体质量和分析的准确性？

### 4. 心磁信号在不同环境下的稳定性

心磁信号采集过程容易受到环境磁场的干扰。请思考并讨论有哪些方法可以在不同环境下保持心磁信号的稳定性？是否可以通过改进硬件设备或优化采集参数来减少环境干扰？

### 5. 多通道心磁数据的融合与分析

在心磁成像中，通常会采集多个通道的数据。请思考如何有效地融合和分析多通道心磁数据，以提高信号的整体质量和分析的准确性？是否有特定的算法或方法可以用于多通道数据的融合和处理？

### 6. 心磁信号的临床应用

心磁成像技术在临床中的应用前景如何？请思考并讨论心磁信号在不同类型心脏疾病的诊断和监测中的应用潜力。有哪些具体的应用案例可以说明心磁技术的优势和局限性？

---

## **7. 实时心磁数据处理**

实时处理心磁信号对临床应用非常重要。请思考并讨论在实时处理心磁数据时，如何保证处理速度和数据质量的平衡？是否有特定的软件或硬件可以用于实现高效的实时数据处理？

## **8. 心磁信号与其他生物信号的结合分析**

除了心磁信号，其他生物信号（如心电信号、血氧信号等）也能提供有价值的心脏健康信息。请思考如何将心磁信号与其他生物信号结合进行综合分析？是否有特定的多模态数据分析方法可以提高诊断的准确性和全面性？

## **9. 心磁成像设备的改进方向**

请思考心磁成像设备在硬件和软件方面有哪些改进方向？如何提高设备的灵敏度和稳定性，降低成本和操作难度，使其更广泛地应用于临床和科研？

## **10. 心磁数据的机器学习应用**

随着机器学习技术的发展，心磁数据的自动分析变得越来越重要。请思考并讨论如何应用机器学习算法对心磁数据进行分类、预测和异常检测？有哪些具体的机器学习模型和方法适用于心磁数据分析？

---

## 附录一

---

### 1 详细采集流程、软件、硬件介绍

---

#### 1.1 标准配置

磁场屏蔽系统

磁场探测阵列

可移动检查床

主控系统

64 路心磁成像软件

附件：

-使用说明书

-电源线

-网线

-主机

-HDMI 线

-显示器

-键盘

-鼠标

-定位标记贴

#### 1.2 常用功能

- 心磁信号采集
- 支持 64 通道心磁波形图实时数据播放
- 支持多种图形（蝴蝶图、等磁图、电流密度图等）显示
- 支持多用户账号管理
- 支持患者信息录入与检查信息查询

## 2 系统介绍

### 2.1 磁屏蔽设备介绍

磁屏蔽设备由多层高导磁材料构成，主要用于屏蔽外界环境磁场和地球磁场，便于心磁检测。

- 磁屏蔽装置为被动屏蔽，每次使用前无需进行操作。
- 磁屏蔽装置安装位置应避免周围有强磁场、强电场、强辐射、强震动等恶劣环境。
- 磁屏蔽材料受应力后性能会下降，应避免敲击、撞击、挤压等直接作用于磁屏蔽装置。

**注意：磁屏蔽装置会被环境磁场磁化，需定期进行消磁，以恢复磁屏蔽装置性能，具体措施见 11.1.2 日常维护部分。**

### 2.2 可移动检查床介绍

检查床具备床板进出磁屏蔽装置的基本功能，同时具备床板急停和床板手动进出两项安全功能。床板进出磁屏蔽装置功能的目的是搭载被测者，进入磁屏蔽桶完成测量。床板急停功能为紧急停止床板正在进行的一切运动；床板手动进出功能为当自动化检测床控制系统失效或断电时，可以手动将床板移出磁屏蔽装置，以免被测者被滞留在磁屏蔽装置内。

检查床由床底座和床板两部分组成。

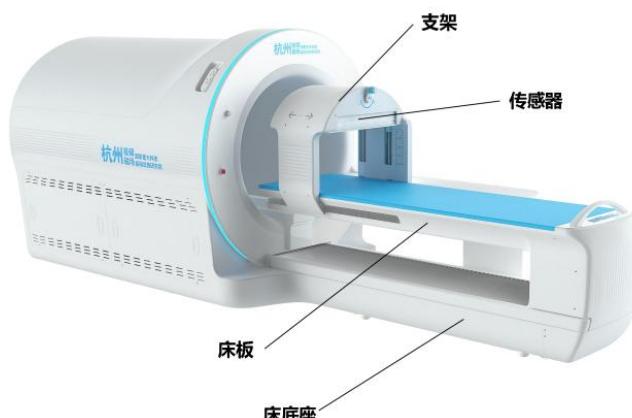


图 2.2.1 2.0 设备结构图



图 2.2.2 2.1 设备结构图

## 2.3 磁场探测阵列介绍

### 2.0 设备

磁场探测阵列包括传感器与支架两部分，可以通过操作按键使探测阵列自动平移到心脏位置，并通过手动操作探测阵列面板下降到位，进行心磁检测。

### 2.1 设备

磁场探测阵列包括传感器与支架两部分，可以通过操作按键使探测阵列下降到位，进行心磁检测。

## 2.4 辅助系统介绍

### 2.0 设备

设备具有监控、通风等辅助功能。监控功能可以接入电脑，实时查看屏蔽桶内被检查者的情况。

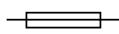
### 2.1 设备

设备具有语音提示、监控、通风等辅助功能。语音提示功能会根据运行阶段进行语音提示、监控功能可以接入电脑，实时查看屏蔽桶内被检查者的情况。

## 2.5 符号说明

本设备使用了以下符号标识，下面列表说明其含义。

序号	符号	说明
1		BF 型应用部分
2		警告

3		使用本系统之前, 请仔细阅读本手册
4		熔断器
5		交流电
6		序列号
7		断开 (总电源)
8		接通 (总电源)
9		数据传输接口
10		紧急停用开关
11		当心触电
12		当心夹手
13		禁止手动触碰设备此部位, 否则可能由于人体静电导致设备运行异常
14	 勿压 No heavy load	请勿压重物或用力按压

## 3 安装与连接

### 3.1 放置系统

在放置系统前,请仔细阅读和理解安全注意事项,以确保人员和设备的安全。

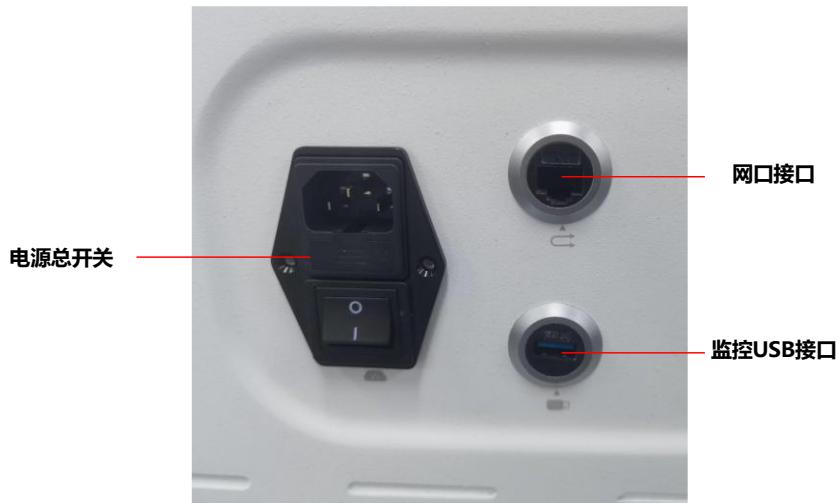
1. 系统需放置在周围振动小、无严重电磁场干扰、噪声低、空气净度较高的环境中;
2. 系统在机房内的安放位置需兼顾机器运行安全、维修留有空间、病员进出畅通、医生操作方便和通气换风良好等几个方面,要尽可能地减少各个工作区域的相互干扰;
3. 机房的地面支撑要满足机器的载荷要求,要抗静电、防火、防尘、耐压和耐摩擦;
4. 机房内必须有良好的接地装置;
5. 机房的空气环境条件应满足 2.2 环境条件。

### 3.2 工作电源

系统电压应能满足中国电压要求,通过隔离变压器供电,不与网电源直接连接,整个系统有一个网电源接口。如果安装现场电压不符,必须提供一个匹配的变压器。

### 3.3 外部接口

设备与外部系统可连接的接口共有三个,均位于设备背面下侧。其中电源接口为设备总电源,与外部供电连接,为设备供电。网口与采集电脑连接,与采集电脑进行通信。USB 接口为监控系统对外传输接口,与采集电脑连接,可以在电脑上查看内部监控画面。



### 3.4 设备可操作部分

#### 2.0 设备按键介绍

设备主要采用手操器进行控制操作,手操器为有线连接,放置于设备左侧,使用时拉出手操器按动对应按键进行操作,手操器共有 6 个按键。设备前面板上有两个急停开关以及一个旋钮用于内部照明的亮度调节。各按键的功能如下图所示。

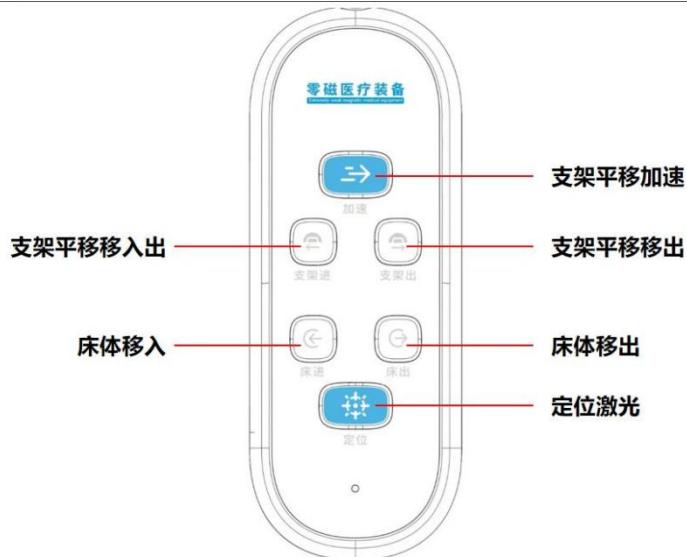


图 7.6.1 2.0 设备按键示意图

手操器按键操作分为短按和持续按压两种方式。短按为按下按键后马上松开，持续按压为按动按键功能生效，松开按键功能停止。其中实现支架平移按键功能需确保支架处于顶部，否则支架平移按键无效。支架顶部有转动手柄，用于操作探测阵列升降。



图 7.6.2 2.0 设备手柄示意图

## 2.1 设备按键介绍

设备采用按键进行控制操作，按键面板位于设备前面板两侧，每侧有 5 个按键，两侧按键的功能完全相同，使用者在设备任一侧均可操作设备。同时设备前面板左侧有一个旋钮用于内部照明的亮度调节。床体两侧各有一个急停开关，用于紧急情况下设备停止运动。各按键的功能如下图所示。

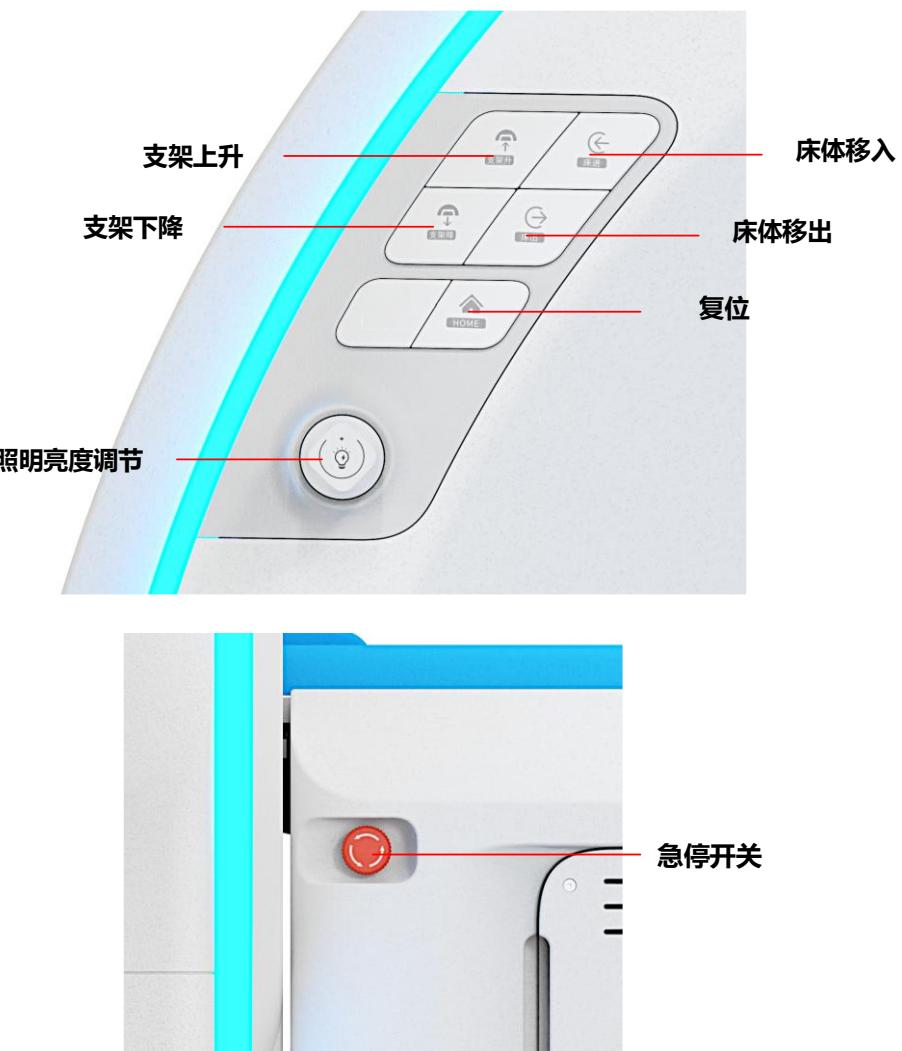


图 7.6.3 2.1 设备按键示意图

设备共有三个开关，其中背后总开关控制设备整机开关机。设备后部两侧的按钮开关控制除激光器以外的设备开关机。由于激光器的频繁开关机易减少激光器寿命，因此日常使用时可通过按钮开关对其他控制电路进行开关机。



## 4 开机/关机

### 4.1 开机

#### 1) 开机前检查

开机前, 请仔细按以下项目检查或操作:

序号	检查项目
1	温度、湿度和大气压力应当满足使用条件的要求。具体要求请参看“2.2 环境条件”。
2	系统和周边设备不得有变形、毁坏或带有污渍现象。
3	显示器不得有松动现象或带有松动的螺丝。
4	电缆不得发生损坏（电源电缆等），接头连接不得松动。
5	传感器不得发生可见损坏或带有污渍。
6	检查本机所有的端口确保没有任何异常现象（如损坏或被外物堵塞）。
7	清洁场地和环境。
8	在设备可移动区域和通风口附近不得存在障碍物。

#### 2) 开机后检查

打开设备电源, 检查设备是否正常启动。开机后, 设备会进行初始化, 床板移出, 支架运动到顶部, 灯带显示跑马灯效果, 初始化状态约 1 分钟左右, 初始化完成后灯带常亮, 此时可以进行操作。（通电状态下设备前面灯带为蓝色, 开机初始化阶段为跑马灯效果, 正常使用情况下, 在无操作以及采集数据阶段灯带为蓝色常亮, 床体及探头支架运动过程中灯带为呼吸灯（颜色渐变）, 遇到故障时灯带为蓝色闪烁, 断电无颜色）打开电脑电源, 参照下列项目进行开机后检查:

序号	检查项目
1	不得存在异常声音、怪味或过热现象。
2	无错误消息显示。
3	不得存在明显的异常噪音、不连续显示或在软件上存在黑区。
4	按键和旋钮功能正常、可操作。
5	系统日期时间与当前检查日期时间一致, 且显示正确。

**注意** 开机初始化阶段请勿进行任何操作，否则可能会造成系统初始化故障，需重新上电开机。

**△警告** 如果发现任何异常现象，说明本机存在故障。应立即关机并与您的服务代表联系。

## 4.2 关机

正常使用完毕需要关机，在升级软件或数据后系统有时会要求关闭系统，或者当系统出现一些异常情况时用户也需要关闭系统。

若较长时间不使用本系统，在关闭系统后还需切断本机电源，关闭与本设备相连的所有外围设备的电源。

正确的关机方式：

1. 停止加热、关闭激光器：

(1) 在如图 6.2.1 所示的心磁成像设备软件界面中，点击【设置】，点击【设备管理】，点击【探头配置】；

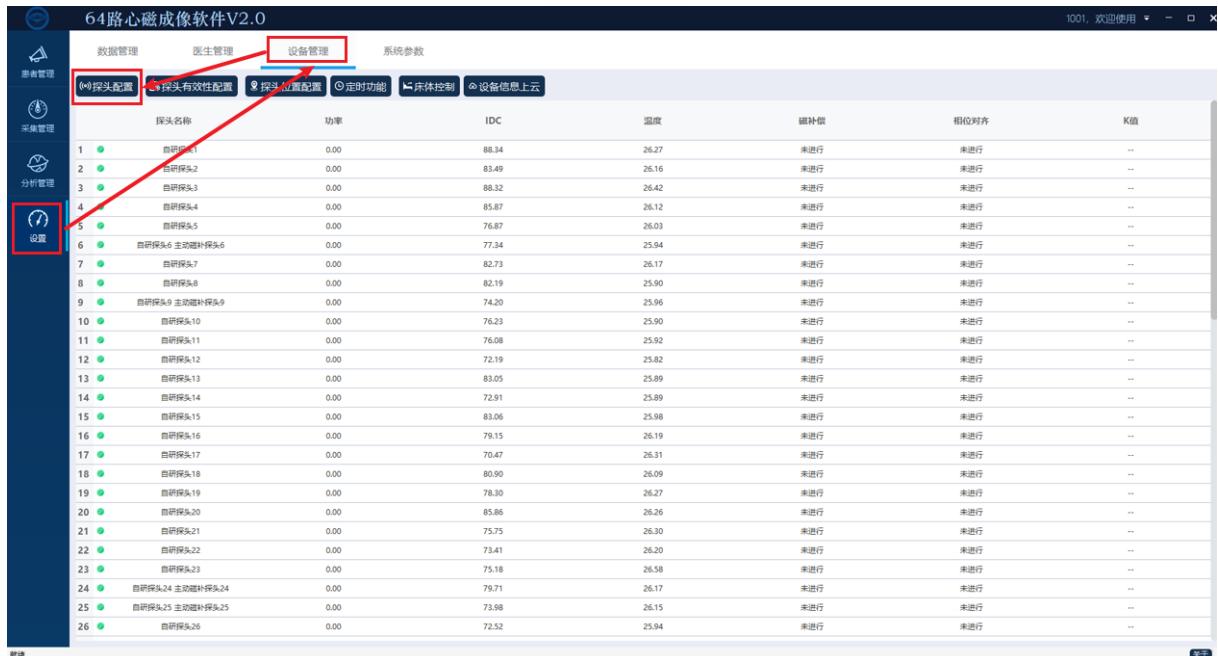


图 6.2.1 打开探头配置界面操作步骤

(2) 在如图 6.2.2 所示的探头配置界面中，点击【全部停止】，弹出对话框后点击【确定】；

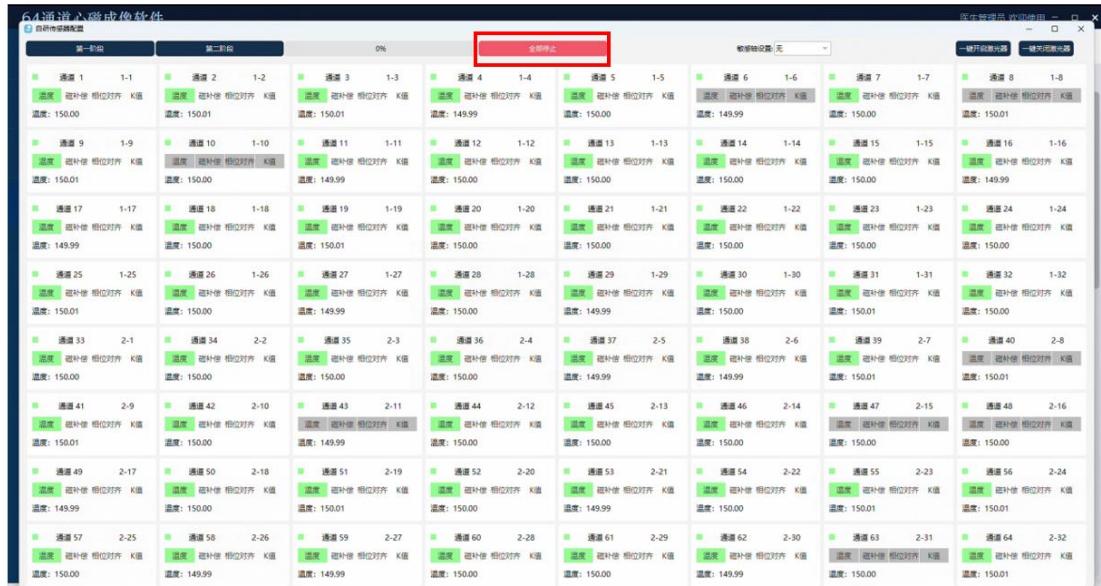


图 6.2.2 停止加热按键

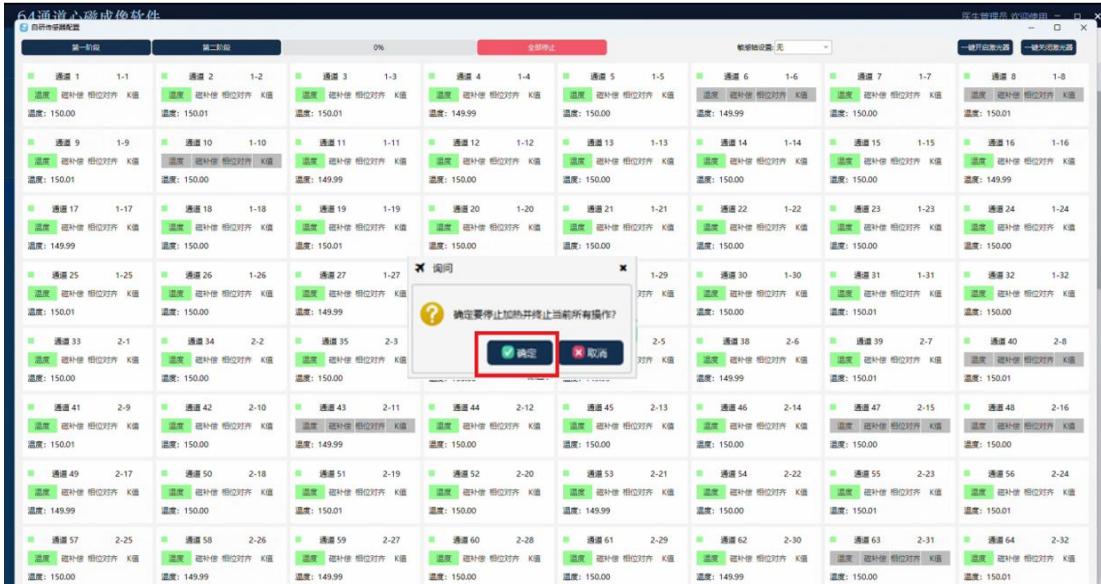


图 6.2.3 确定停止加热

(3) 在如图 6.2.4 所示的探头配置界面中，点击【一键关闭激光器】；



图 6.2.4 一键关闭激光器

**注意：**非必要不得关闭激光器，停止加热后直接进行软件关闭。设备关机时进行激光器关闭操作。需联系驻场人员关闭激光器。

2.关闭软件：如图 6.2.6 所示，点击右上角的【×】按钮关闭软件界面；

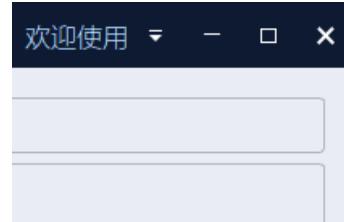


图 6.2.6 关闭心磁成像设备检查系统

3.关闭计算机：点击**■**图标，弹出【电源】，单击【电源】，选择【关机】，即可关闭计算机；

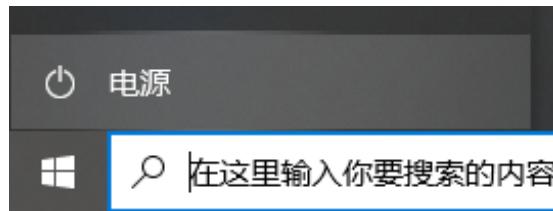


图 6.2.7 关闭电脑

4.关闭电脑后，关闭主控系统电源。

若系统在关机过程出现长时间无法正常关机：

直接切断主机的电源，但是这种方式属于强制关机，可能会造成数据丢失，一般情况下尽量不要使用这种方式关机。

- 
- 注意**
1. 强制切断电脑系统电源，可能会造成数据损坏或丢失。在非必要的情况下，尽量不要使用这种方式关机。
  2. 在系统升级后，请使用【关机】（Shut down）或【关机并更新】进行正常关机，从而保证升级的数据完全更新。
  3. 未完成关闭检查系统的操作前，强制切断主控系统电源会造成设备损坏，请务必按照规定操作进行关机。
  4. 关闭设备后请勿立即再次打开电源，需等待至少 10 秒后再开机。

## 5 基本界面和操作

### 5.1 登录界面

首先是登录界面，登录界面如图 7.1.1 所示，用户输入相应的账号和密码，点击登录，即可进入模块选择界面，点击【64 路心磁成像】模块，如图 7.1.2 所示，等待 100% 网络通信全部完成，点击【进入软件】，即可进入心磁成像设备软件系统。



图 7.1.1 登录界面

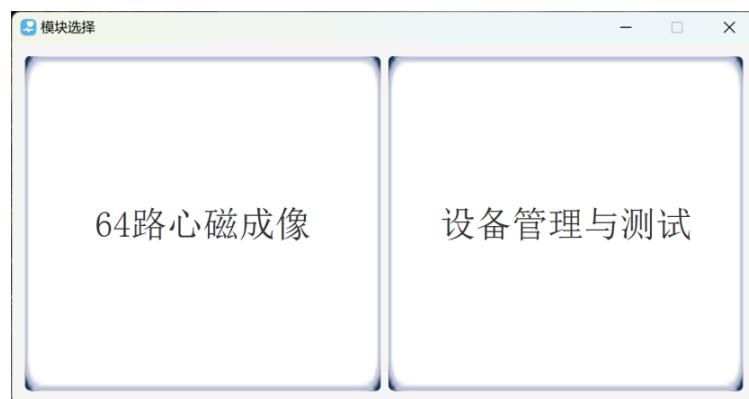


图 7.1.2 模块选择界面



图 7.1.3 进入软件

心磁成像设备软件界面结构如图 7.1.4 所示。一级界面为患者管理、采集管理、分析管理、设置。设置界面中又包含数据管理、医生管理、设备管理和系统参数。

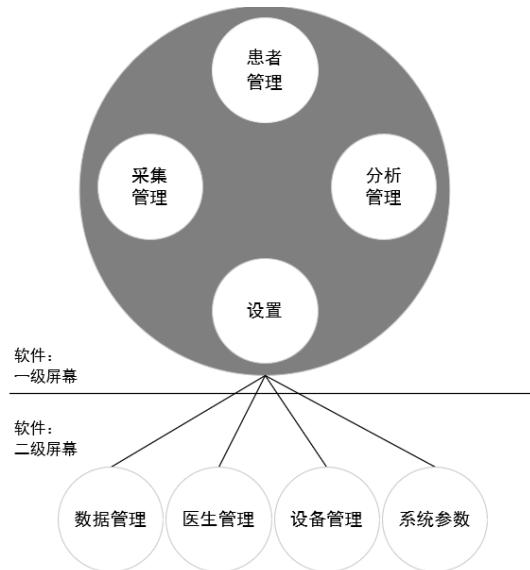


图 7.1.4 界面结构图

## 5.2 患者管理界面

用户登录后默认进入的界面为如图 7.2.1 所示患者管理界面，可以通过点击左侧的菜单栏切换至不同的界面上。

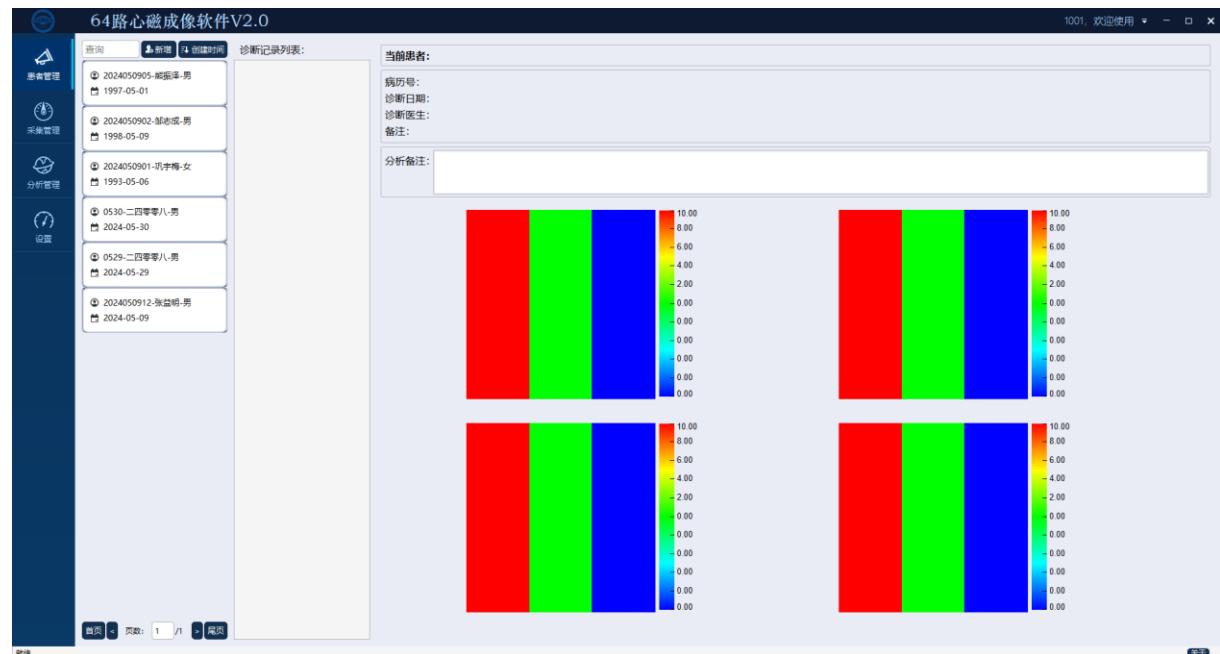


图 7.2.1 患者管理界面

在患者管理界面可以新建患者或者查询患者的检查信息。具体查询和增加患者操作请参见 8.2。

---

界面最左侧是菜单栏，如图 7.2.2 所示。菜单栏上分别为：患者管理、采集管理、分析管理、设置。



图 7.2.2 菜单栏

### 5.3 采集管理界面

点击菜单栏的【采集管理】按钮，即可进入到采集管理页面，可实时显示 R 波顶点等磁图、R 波顶点电流密度图、T 波顶点等磁图、T 波顶点电流密度图、心率图、蝴蝶图，如图 7.3.1 所示。点击【实时数据】按钮，可以弹出 64 通道心磁波形图，如图 7.3.2 所示。在该 64 通道心磁波形图中，默认为自动标尺。可以通过点击左上角的标尺来设定图形标尺，达到更好的显示效果。双击任一通道的波形，可放大该波形。点击界面右上角可以关闭 64 通道心磁波形图。点击【体位检测】按钮，可以自动判断受试者位置是否合适。点击【启用定时采集时长】可以根据设定时间进行数据采集。点击【开始采集】按钮，可进行心磁信息采集。

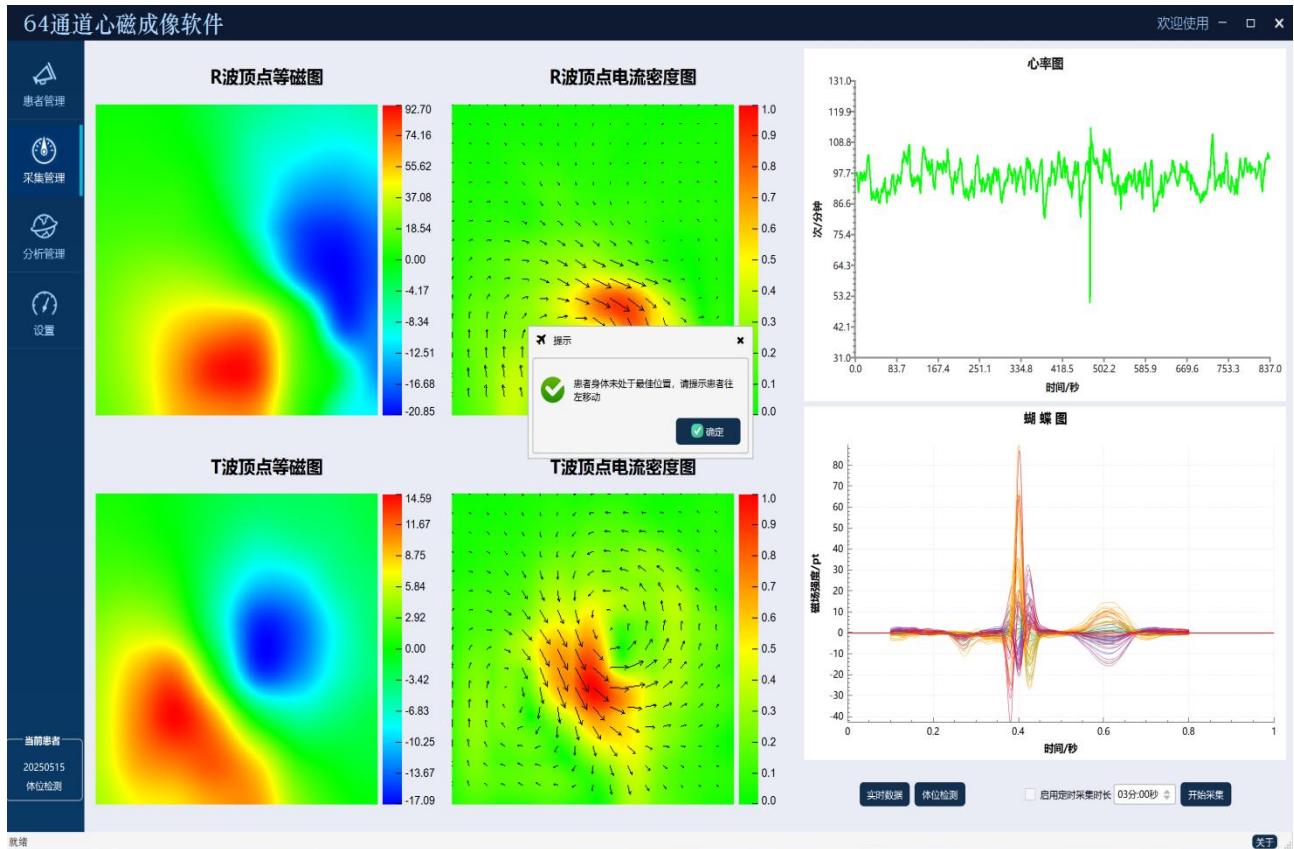


图 7.3.1 采集管理界面

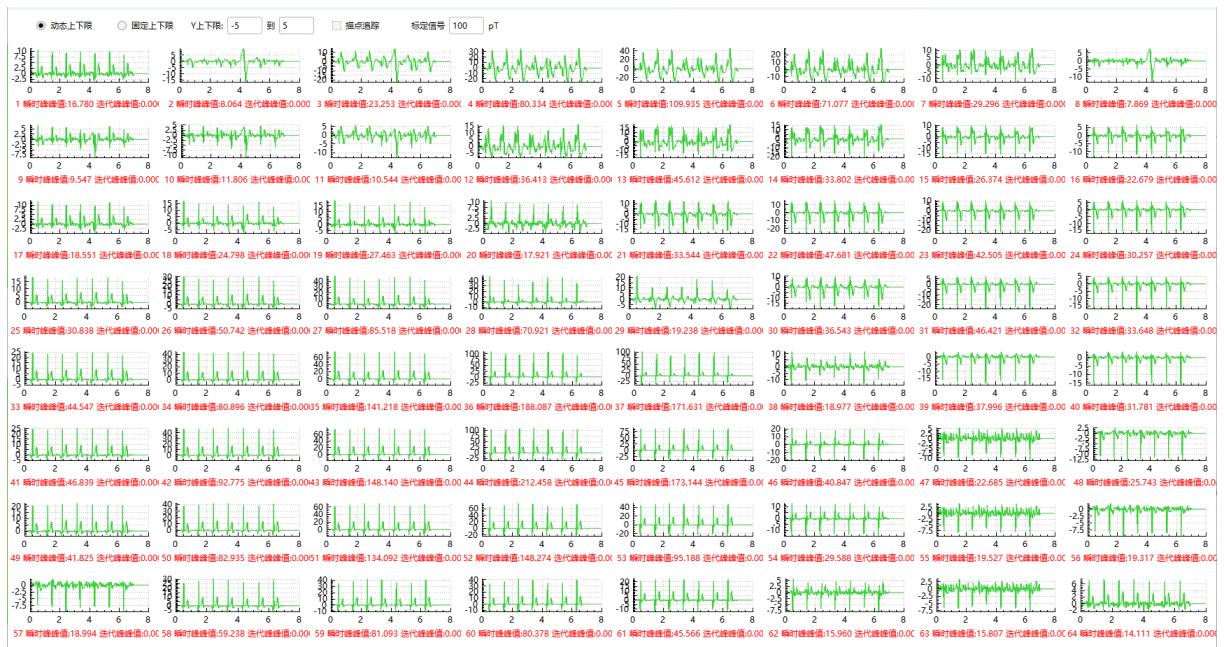


图 7.3.2 64 通道心磁波形图

## 5.4 分析管理界面

分析管理界面如图 7.4.1 所示。分析界面主要包括：等磁图动画、电流密度图动画、蝴蝶图、心率曲线图、心磁特征值、心磁特征值包含：

PR 间期、QRS 间期、QT 间期、QTc 间期、ST 段、磁场强度比值 R/T、T 波峰正负极磁场强度比值、MCV 振幅(R 波顶点)、MCV 振幅(T 波顶点)、TCV 角度(R 波顶点)、TCV 角度(T 波顶点)、两极距离 (R 波顶点)、两极角度(R 波顶点)、两极距离 (T 波顶点)、两极角度(T 波顶点)、1/2T 波极距、1/2T 波极距角度、1/2T 波至 T 峰极距角度变化、心磁综合参数、心磁综合向量。

医生可以在【数据分析备注信息】一栏，添加检查医生的描述。

在页面右下角，点击【实时数据】，可观察患者监测过程的心磁变化；点击【波形定位】，可手动调整定位线，人工辅助分析结果；点击【打印】按钮，可以选择打印生成的 PDF 报告的分析结果，或者预览打印报告。

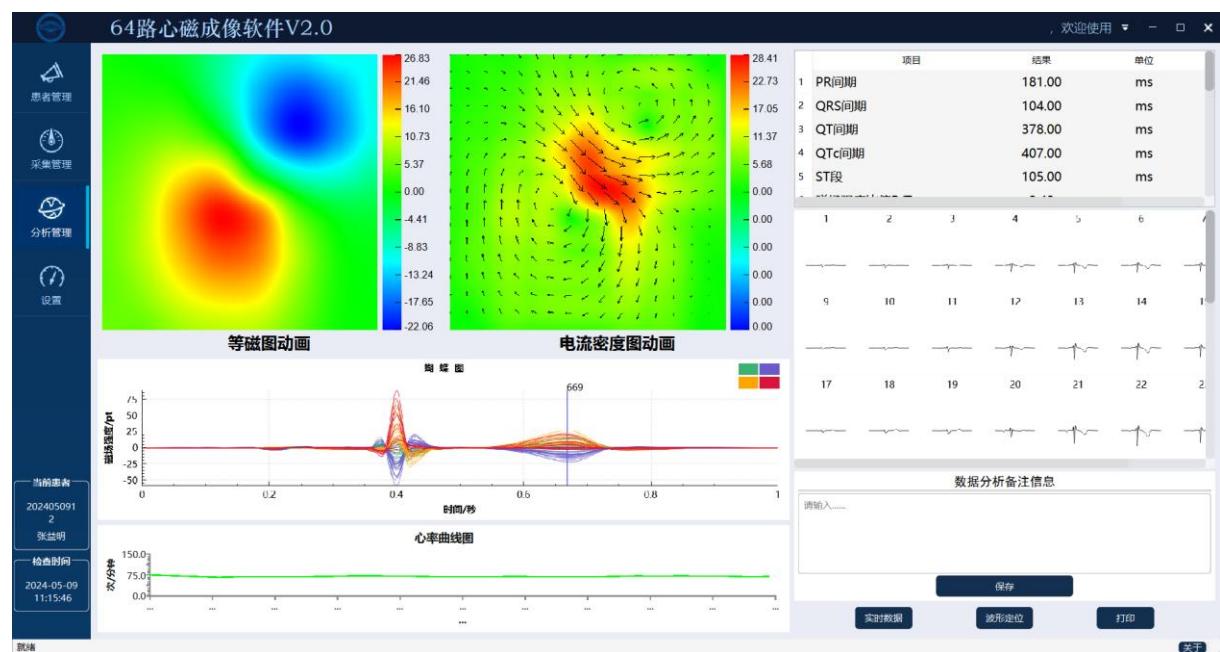


图 7.4.1 分析管理界面

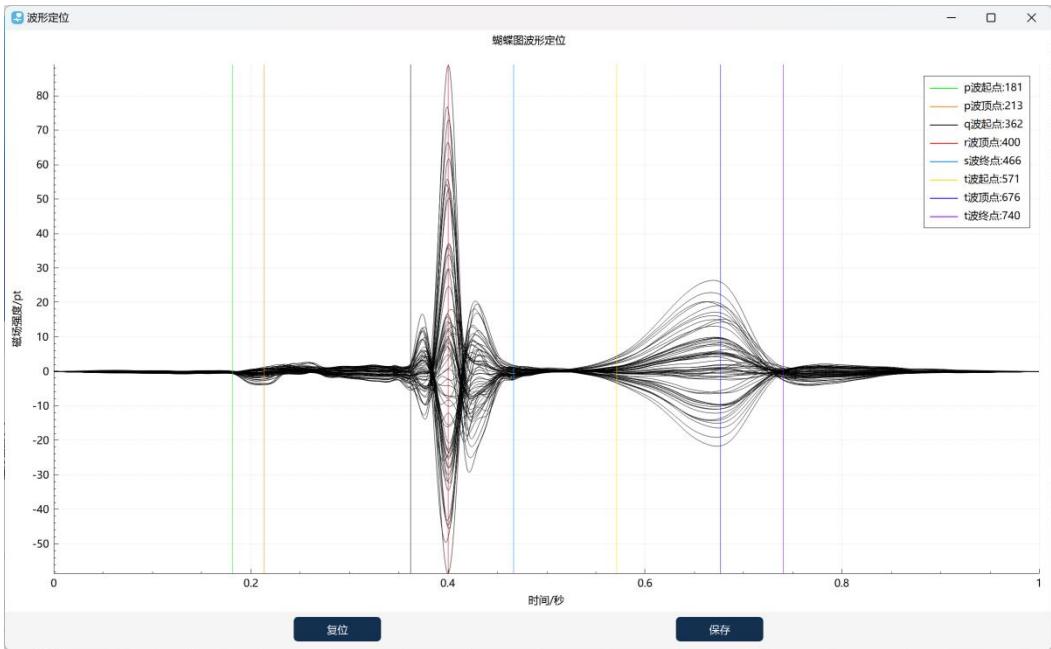


图 7.4.2 波形定位

## 5.5 设置界面

设置界面包括：数据管理、医生管理、设备管理和系统参数四个部分。其中，医生管理员具有【设置】页面所有权限；医生用户只有【设置】-【数据管理】和【设备管理】的权限。

【设置】-【数据管理】界面如图 7.5.1 所示。用户可以查看和管理所有心磁数据和患者信息，并根据病历号、姓名、性别、年龄等信息进行查询。

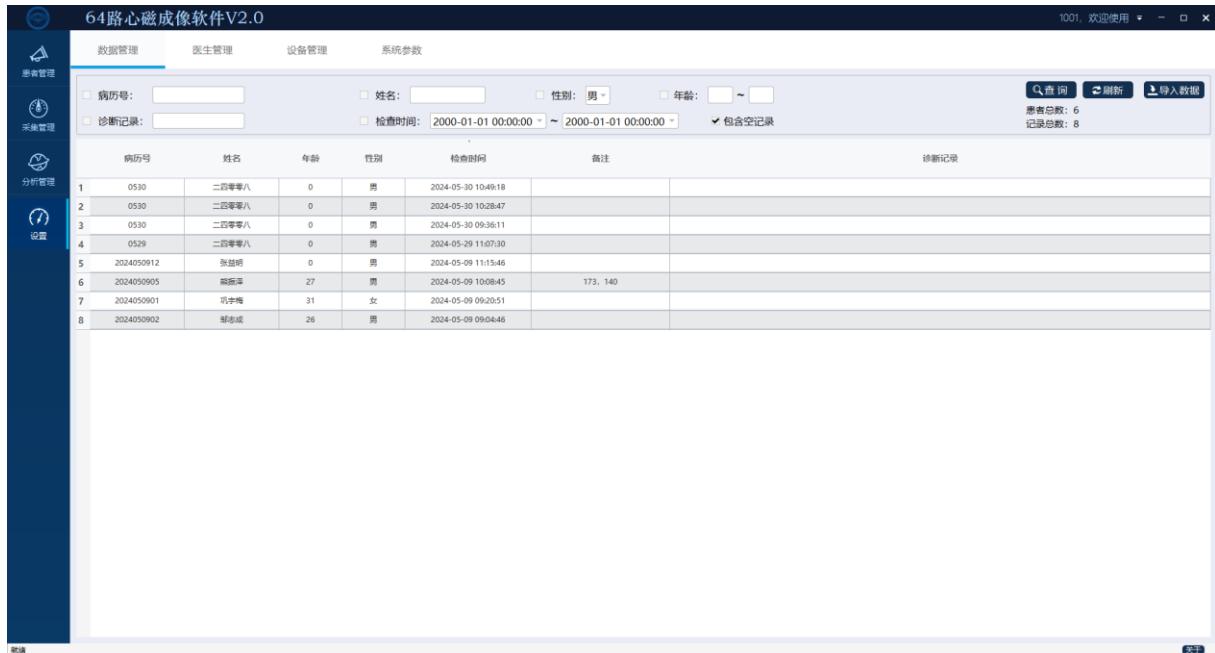


图 7.5.1 设置-数据管理界面

【设置】-【医生管理】界面如下图所示。医生管理者可以对医院检测的医生进行新增，或修改医生密码。

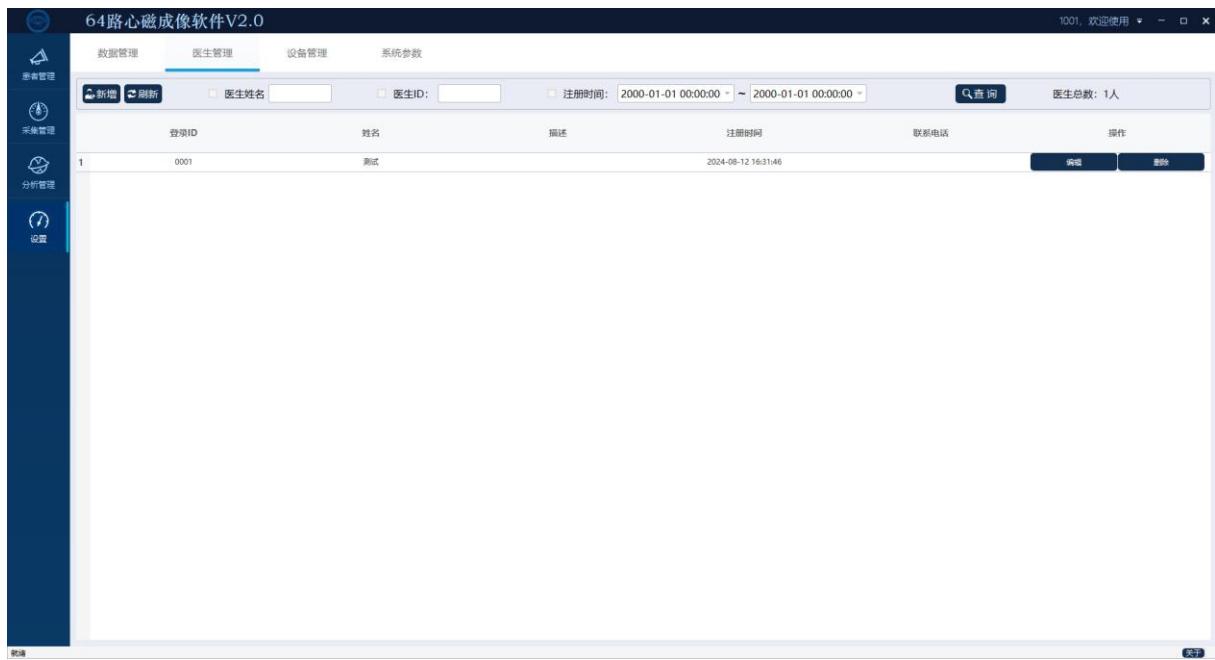


图 7.5.2 设置-医生管理界面

---

## 6 操作流程

---

### 6.1 患者检查前的准备

在正式检查开始之前，要求患者将全部金属物品以及电子产品放置在检查室外。

禁止带入的金属物品以及电子产品**包括但不限于**：所有通讯类物品；各种磁性存储介质类物品；手表、手环；掌上电脑、计算器等各种电子用品；钥匙、打火机、金属硬币、刀具、钢笔、针、钉、螺丝等铁磁性制品；发夹、发卡、眼镜、义眼、电子耳、金属饰品、不明材质的物品；皮带、衣裤上的铁钩、铁扣、拉链、装饰品等。

指导被检查者在检测床板上平躺，尽量使被检查者处于床面左右的中间位置，头部在床头但不要超出床面。在被检查者胸部中心位置贴上定位标记贴纸。

**注意：若被检查者身材比较矮小，贴纸到到下巴的距离小于 190mm，则需将贴纸略向下移动，确保贴纸到下巴的距离大于 190mm。**

按动床体移入按键后，灯带变为呼吸灯效果，视觉定位系统开始定位被检查者位置，约 3 秒后，床体会自动进行左右调节与进入屏蔽桶的运动。床体移动过程中会有语音提示，同时若被检查者的位置超出调整范围，也会有语音提示，此时可根据语音提示调整位置后重新按动床体移入按键。

床体运动到位后，按下支架下降按键，支架自动下降到胸部位置后停止。支架停止后，准备工作完成，可以进行检查工作。

床体运动与支架运动过程中，灯带为呼吸灯效果提示运动过程，运动结束后灯带恢复至常亮状态。操作时需注意观察灯带情况，等上一步运动过程结束时方可进行下一步操作。

### 6.2 开始检查

此时，默认已打开心磁成像设备软件，并且医生已完成登录的状态。若未登录，参见 7.1 进行登录操作。

#### 6.2.1 新建患者信息

进入【患者管理】界面



图 8.2.1.1 患者管理界面

在上图中点击查询框右侧的【新增】，进入患者信息新建界面，可以添加新的患者信息。点击后的新增患者信息界面如下图所示，其中带\*的病历号、姓名为必填项，其他身份证号码、出生日期、性别、年龄、联系电话、备注为选填项。在填写完相应的患者信息后，点击【保存】，即完成新患者的信息创建。

**注意：应该输入尽可能详细的患者信息，这样系统针对该患者建立了唯一的信息库，从而避免新旧患者的数据混淆。**

图 8.2.1.2 新增患者信息

若该患者已经做过检查，并录入过个人信息，系统当中储存有患者信息，可以直接在左上角的【查询】输入患者姓名、病历号进行查询。查询框会自动补全和联想相应的患者信息。

➤ 项目

---

在项目的下拉选项框内选择对应的项目，如果不是对应项目的病人则选择无项目归属，  
默认是无项目归属

➤ 编号

如果已经选择了项目，那么编号只需点击获取编号，不需要手动修改，对于无项目归属的病人，手动输入编号，编号只允许输入纯数字和字母，禁止输入字符“＼”、“＾”、“＝”和“，”。

➤ 姓名

姓名可直接从字符键盘输入，允许输入字符为“A~Z、a~z”。也可切换为中文输入法进行输入。禁止输入数字以及字符“＼”、“＾”、“＝”和“，”。

➤ 身份证后六位

身份证号码只允许输入纯数字和字母，禁止输入字符“＼”、“＾”、“＝”和“，”。

➤ 年龄

年龄只允许输入数字，禁止输入字符“＼”、“＾”、“＝”和“，”。

➤ 出生日期

出生日期可以根据输入框中的样式手动输入年月日。

➤ 联系电话

联系电话只允许输入数字，禁止输入字符“＼”、“＾”、“＝”和“，”。

### 6.2.2 查询患者信息

查询患者信息界面如下图所示，可以在输入框内输入患者姓名或者病历号对患者信息进行搜索。

如果不进行搜索，可以点击【】排序按钮，切换患者列表的排列顺序由创建时间顺序倒序排序，或由病历号顺序正序排序。

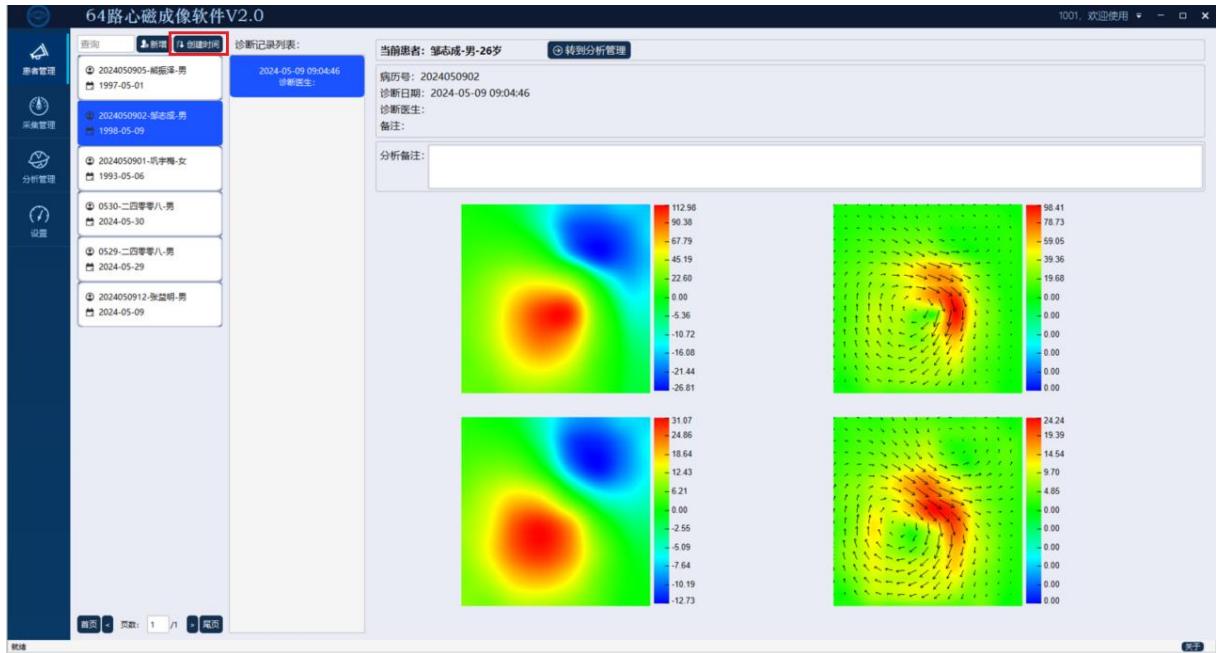


图 8.2.2.1 患者及诊断信息查询

查询到患者后，会自动显示患者之前所做的检查信息，包括：当前患者、病历号、诊断日期、诊断医生和分析备注。

在分析备注下面，会预览 R 波顶点等磁图，R 波顶点电流密度图，T 波顶点等磁图，T 波顶点电流密度图，若想要查看详细信息，则点击左边菜单栏中的【分析管理】按钮，进入分析界面即可查看之前的报告结果。

### 6.3 采集数据

确定患者信息已经添加，选择患者，点击心磁成像设备软件左侧菜单栏【设置】，再点击【设备管理】即可跳转到传感器预热页面，确定【第一阶段】完成，即所有通道的传感器温度稳定，温度条变绿如 8.3.1 所示。

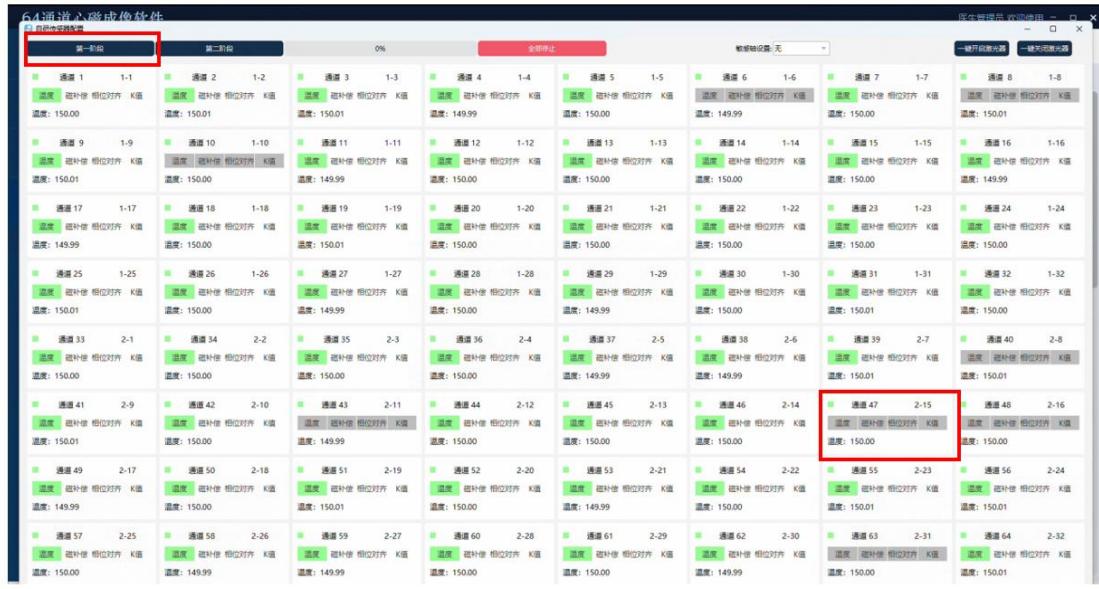


图 8.3.1 传感器预热启动

如果激光器关闭，则需联系驻场人员打开激光器。若传感器在检查当日已完成过加热和开激光器（即检查患者不是当日第一名患者），则无需再次预热和打开激光器配置。

确定患者已经推入到桶中，点击【第二阶段】按钮，启动磁补偿，如图 8.3.2 所示。

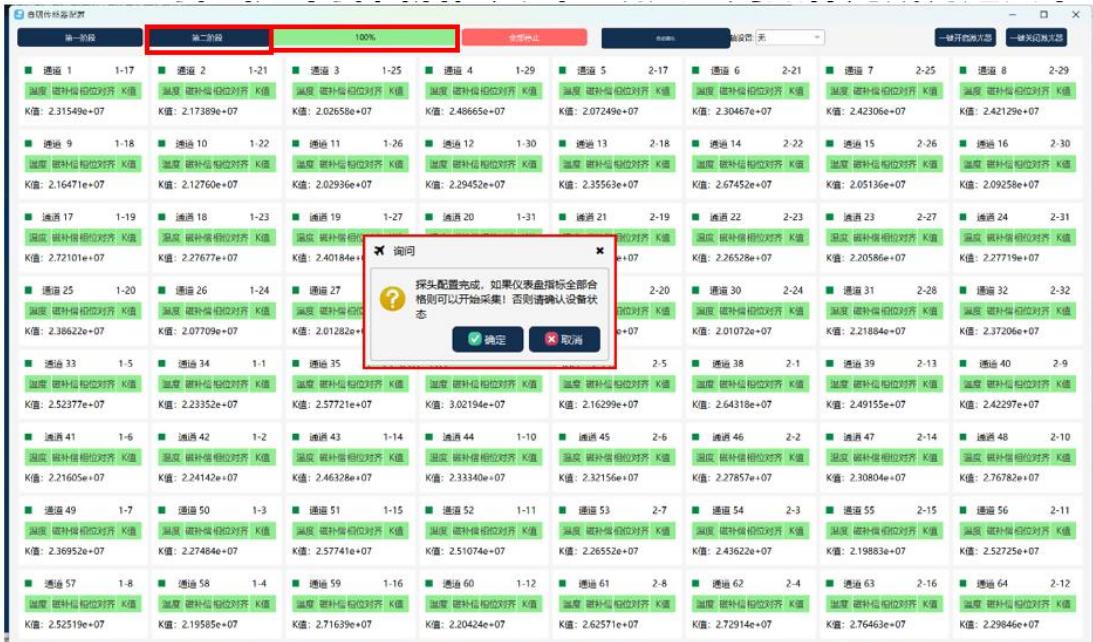


图 8.3.2 传感器磁补偿启动



图 8.3.3 第二阶段完成

等待1~3分钟，传感器磁补偿完成后，弹出如图8.3.3提示框，点击确定。点击【采集管理】，切换到采集界面。可预览此时的R波顶点等磁图，R波顶点电流密度图，T波顶点等磁图，T波顶点电流密度图，心率图，蝴蝶图和各通道磁场强度图信息。在判断图像显示无异常后，点击【体位调整】如没问题，再点击【采集】按钮，即开始采集。采集按钮立即开始计时。可通过勾选【启用定时采集时长】来定时采集。如图8.3.4所示。

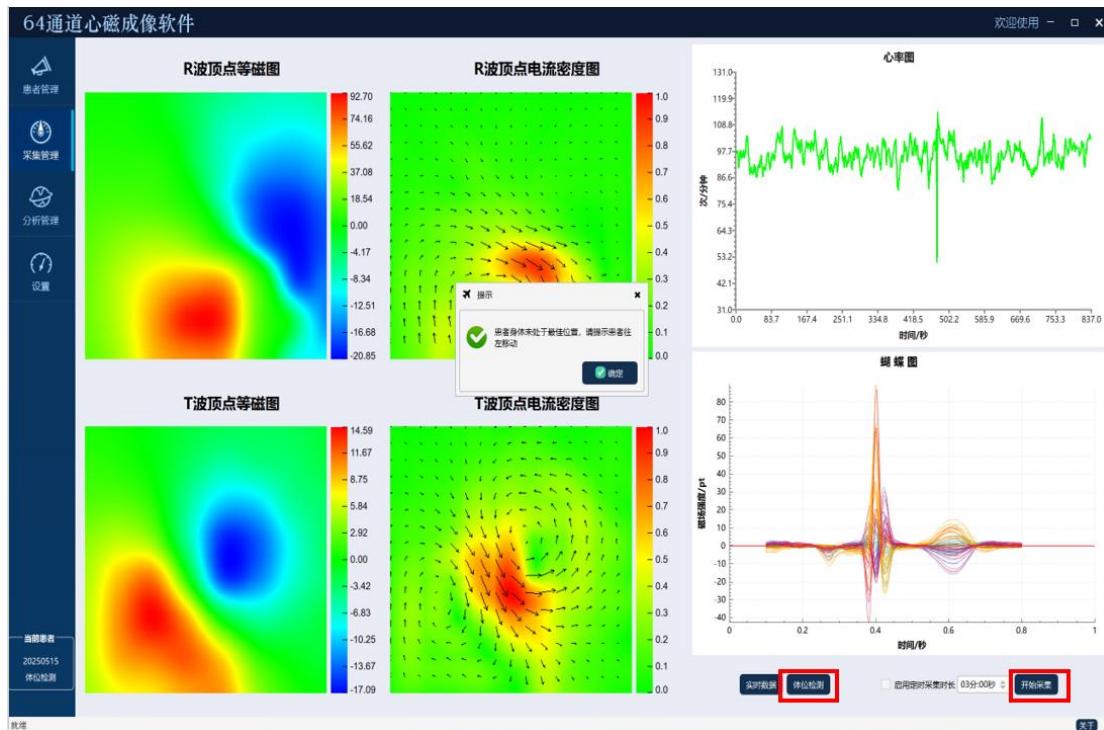


图8.3.4 采集进行中

采集时间一般不低于60秒，最大为2小时，点击【采集】按钮会变为【采集中+秒数】按钮，并开始计时，点击【采集中+秒数】按钮会变为【保存】，再点【保存】会跳出对话框如图8.3.5所示，点击【是】按钮后会跳转到分析管理界面，此次检查结束。



图8.3.5 保存数据

## 6.4 暂停检查

在将被检查者推入磁屏蔽装置进行检查之后，传感器需要3分钟左右的磁补偿时间，在传感器磁补偿过程中，可以通过点击探头配置界面右上角【×】按钮停止磁补偿。在被检查者进入磁屏蔽装置以后，可以通过点击【采集中+秒数】按钮暂停检查。

## 6.5 报告分析

检查完成后，点击【分析管理】，进入到分析界面。

分析管理界面主要包括：等磁图动画、电流密度图动画、蝴蝶图、心率曲线图、心磁特征值、蝴蝶图平铺图和数据分析备注信息。其中心磁特征值包含：PR 间期、QRS 间期、QT 间期、QTc 间期、ST 段、磁场强度比值 R/T、T 波峰正负极磁场强度比值、MCV 振幅(R 波顶点)、MCV 振幅(T 波顶点)、TCV 角度(R 波顶点)、TCV 角度(T 波顶点)、两极距离 (R 波顶点)、两极角度(R 波顶点)、两极距离 (T 波顶点)、两极角度 (T 波顶点)、1/2T 波极距、1/2T 波极距角度、1/2T 波至 T 峰极距角度变化、心磁综合参数、心磁综合向量。

在分析管理界面中，医生可以在“数据分析备注信息”一栏，添加医生的主观描述，可以不填。

在页面右下角，点击【保存】按钮，可保存数据分析结果；点击【实时数据】，可观察患者监测过程的心磁变化；点击【波形定位】，可手动调整定位线，人工辅助分析结果；点击【打印】按钮，可以预览打印报告，也可以选择打印机进行打印报告。

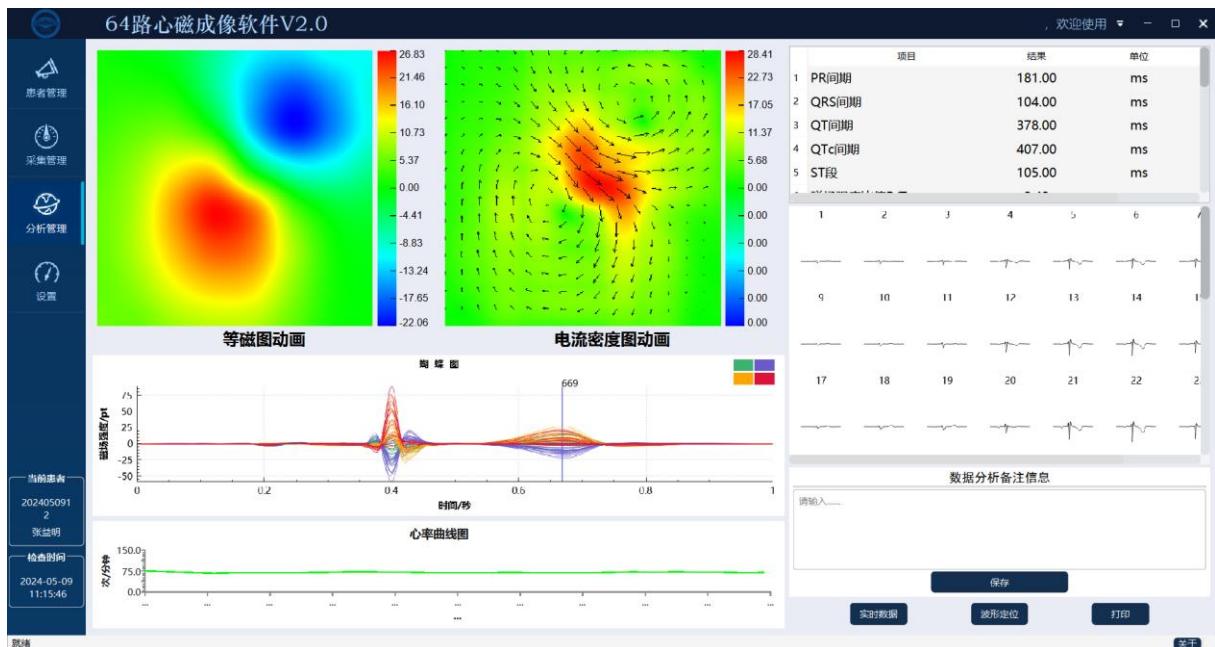


图 8.5.1 分析管理界面

## 6.6 结束检查

检查结束后，按照进入时的相反顺序，按动支架上升按键，支架上升到顶部后按动床体移出按键，床体退出到初始位置，可让被检查者退出设备。

**注意：务必先使支架上升到顶部后再按床体移出，否则出于安全考虑，床体移出功能无效。**

也可直接按复位按键，此时设备自动进行支架上升与床体移出运动。

---

## **6.7 消毒**

扫描结束后，应该更换病床上的物品，检查床、以及患者可触及的外壳应该用消毒巾消毒，小面积消毒可用 75% 的酒精进行消毒。如果患者是传染病的患者，清理消毒工作应马上进行。

## **6.8 紧急情况**

设备设有急停开关，当被检查者检查过程中发生意外情况（设备异常或被检查者异常）时，可按下设备前面板下方两侧的任一急停开关，此时床体运动停止，支架自动回升至顶部位置，可手动将床板拉出，处理意外情况。

意外情况解除后，可旋转急停开关使其打开，此时床体通电，按下复位按键，床体进行一次复位操作后，设备可正常使用。

**注意：设备两侧均有急停开关，意外情况解除后，请确保两侧的急停开关均为旋出的状态方可正常使用。**

## 7 历史报告查询

在【患者管理】界面点击【查询】，输入患者姓名或病历号，即可查询对应的患者信息。患者信息右侧会展示患者检查的时间，如图 9.1 所示。



图 9.1 患者查询界面

选择查询记录后点击左边菜单栏中的【分析管理】，即可跳转到该次检查的报告界面。在分析界面中，将鼠标移动到蝴蝶图上，即出现暂停按钮和倍速播放按钮。可以点击按钮控制播放的暂停和播放速度。

播放速度为正常，2 倍，4 倍，8 倍速播放，每点击一次就切换一次播放速度，8 倍速播放再次点击后，将会重置为正常播放速度。

拖动蝴蝶图横坐标轴上的进度条，可以快进或快退到相应的蝴蝶图的位置上，等磁图和电流密度图随着进度条的位置变化而显示对应时刻的图像结果，如图 9.2 所示。

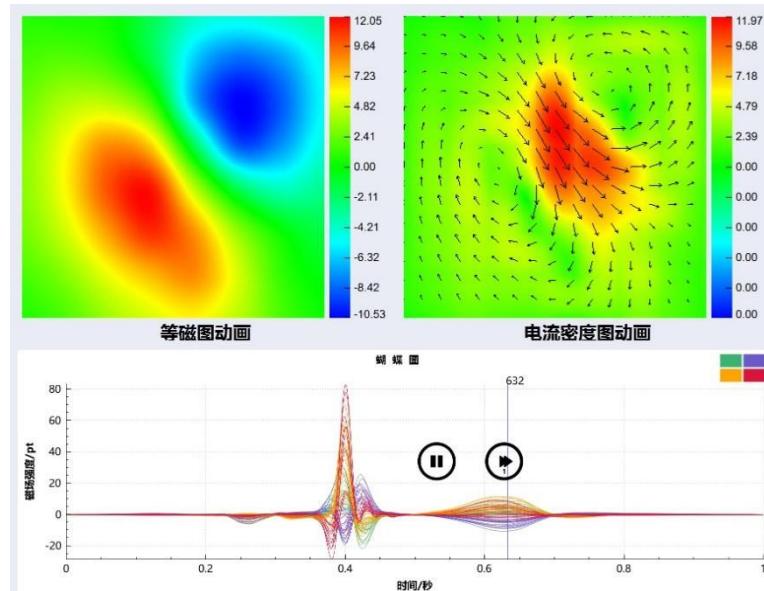


图 9.2 报告动画回放

检查报告可以再次进行打印。具体可查看 7.4 分析管理界面的相关操作。

## 8 数据管理

### 8.1 数据存储

#### 8.1.1 存储介质

系统支持的存储介质：系统硬盘。

#### 8.1.2 数据文件格式

患者信息和账号信息的数据格式为 SQLite 数据库导出的.sql 格式文件，采集数据存储在本地文件夹 data 中的患者病历号-姓名文件夹中，为.baseData 文件。

#### 8.1.3 数据预览与分析

可以在心磁成像设备软件【设置】-【数据管理】中搜索患者信息，如果不进行搜索，可以在患者信息页面下拉，查看所有患者信息，患者信息的顺序按照检查的时间顺序倒序排列，即检查时间晚的排在前面。

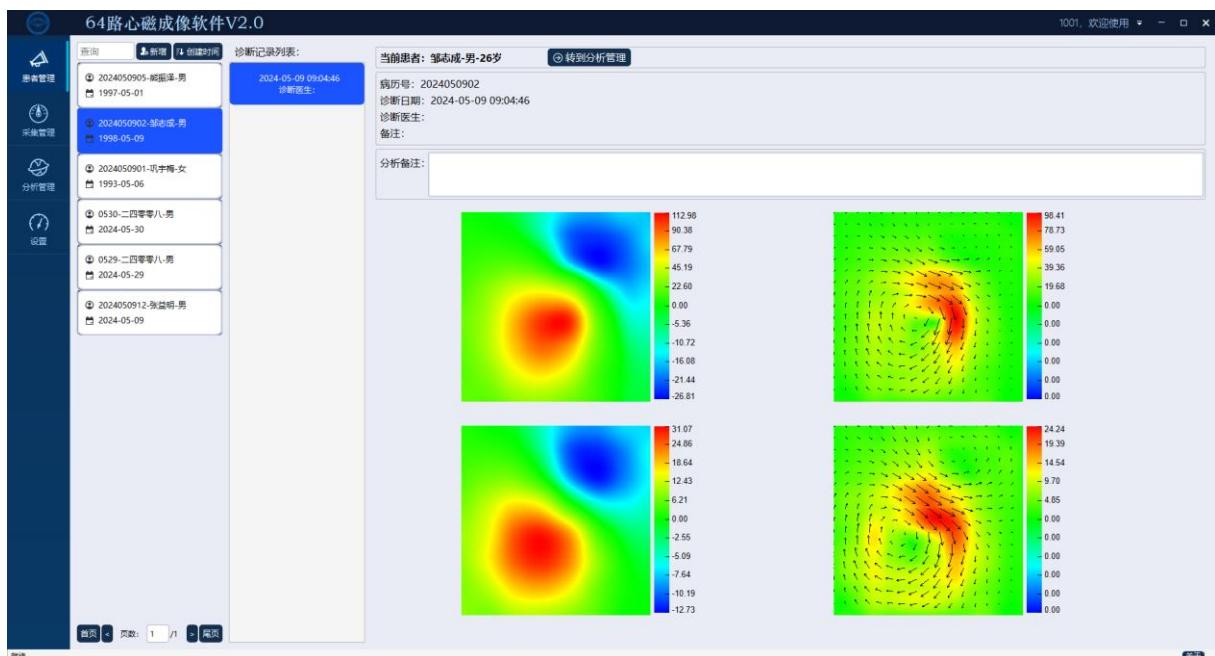


图 10.1.3.1 患者管理界面

查询到患者后，会自动显示患者之前所做的检查信息。检查信息包括：当前患者、病历号、诊断日期、诊断医生和分析备注。

#### 8.1.4 数据保存

患者的一次检查的全部信息和数据保存为一条检查记录。一条检查记录包含以下信息：患者信息和检查数据、分析结果、检查报告。

---

### **注意：**

- 1.建议定时进行一次数据备份。
- 2.系统数据库存储的患者记录数量有限制，请及时备份并清理患者数据。
- 3.如果不按照建议程序进行数据备份，大设施研究院对数据丢失不承担任何责任。

## **8.2 患者信息管理**

医生可以在【患者管理】界面新增患者基本信息，具体操作步骤可查看 8.2.1。

在检查患者的过程中，可以把检查得到的数据直接保存到本地文件夹，采集保存后可复制到其他存储设备。可以对存储的数据进行浏览、分析、演示等操作。

## **8.3 检查记录管理**

### **8.3.1 查询检查记录**

一个患者记录包含该被检查者的所有以检查为单位存储的信息，包括被检查者基本信息、检查信息、数据文件和报告。在界面中可对被检查者检查记录进行检索、浏览，以及传输、删除、导出数据等操作。

在【患者管理】界面通过病历号、姓名，均可搜索到患者相关记录并进行浏览。具体的搜索方式参考 8.2.2。

在查询到患者信息后，可以点击检查信息，即可显示此次的检查结果。分析备注下面，会预览 R 波顶点等磁图，R 波顶点电流密度图，T 波顶点等磁图，T 波顶点电流密度图，若想要查看详细信息，则点击左边菜单栏中的【分析管理】，进入分析界面即可查看之前的报告结果。

在【设置】-【数据管理】页面，可通过病历号、姓名、性别、年龄、检查日期、诊断记录，查询到患者和检查记录。

病历号	姓名	年龄	性别	检查时间	备注	诊断记录
1 0530	二四零零八	0	男	2024-05-30 10:49:18		
2 0530	二四零零八	0	男	2024-05-30 10:28:47		
3 0530	二四零零八	0	男	2024-05-30 09:36:11		
4 0529	二四零零八	0	男	2024-05-29 11:07:30		
5 2024050912	张益明	0	男	2024-05-09 11:15:46		
6 2024050905	熊振海	27	男	2024-05-09 10:08:45	173, 140	
7 2024050901	巩宇海	31	女	2024-05-09 09:20:51		
8 2024050902	邹志成	26	男	2024-05-09 09:04:46		

图 10.3.1.1 数据管理界面

### 8.3.2 删除检查记录

进入【设置】 - 【数据管理】页面，可以对记录进行删除操作。

## 8.4 权限管理

### 8.4.1 权限设置

权限分为两种：管理员和医生。管理员具有所有权限，医生不具有【设置】 - 【医生管理】和【系统参数】权限。

### 8.4.2 登录系统

系统打开后将会要求用户登录系统，系统会根据用户名区别是管理员用户还是医生用户，并将在信息栏显示当前执行操作的用户名。

### 8.4.3 增加/删除用户

只有管理员才有权限增加/删除/修改医生用户信息。

管理员登录系统后，可以在【设置】 - 【医生管理】当中进行增加/删除/修改医生用户的操作。如何进入【设置】 - 【医生管理】参考 7.5 设置界面。

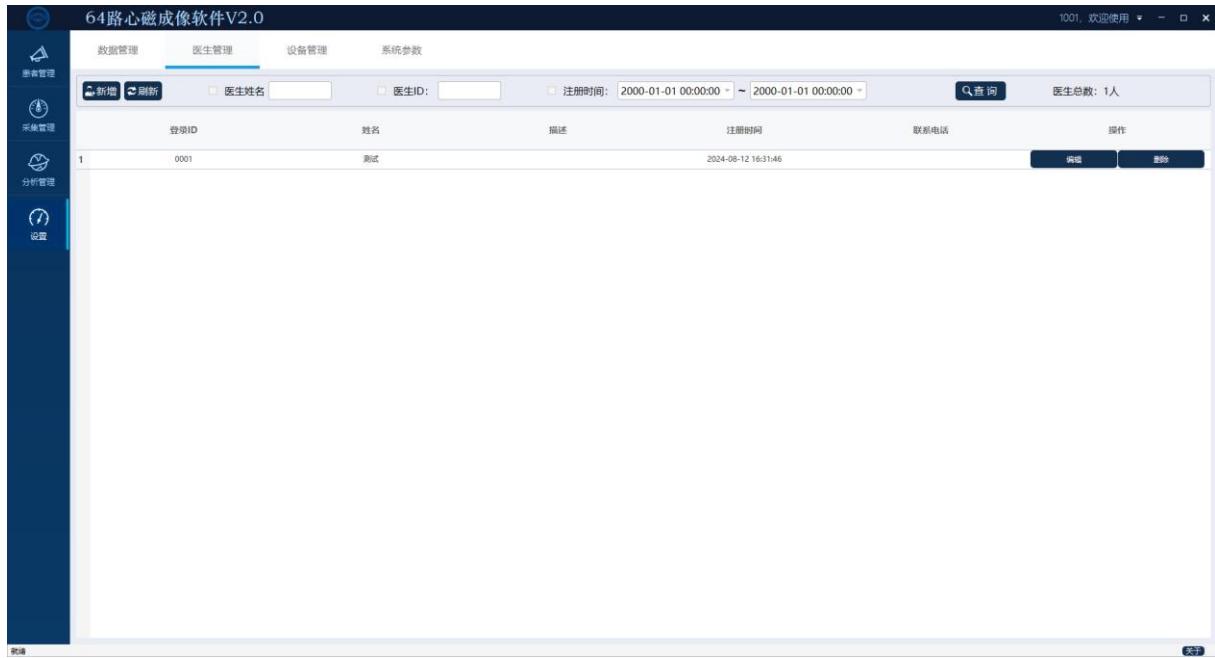


图 10.4.3.1 医生管理界面

点击【新增】，弹出医生信息，填写医生信息后，点击【保存】即可完成医生账号的新增操作。点击医生用户后面的【编辑】，即可修改相应医生用户的信息。点击【删除】即可删除医生用户。

添加管理员或者删除管理员用户，需要联系院方或本单位。

#### 8.4.4 修改用户密码

医生管理员（1001）的出厂密码为“123456”，如要修改密码，需要联系院方或本单位。管理员可以修改医生用户的密码，医生用户不能修改自己的密码。

图 10.4.4.1 修改密码

管理者可以在【设置】 - 【医生管理】 - 【编辑】中对医生的密码进行修改，如图 10.4.4.1 所示，修改完成后点击【保存】后，新的用户密码即可生效。