

# 深圳大学实验报告

课程名称: 医学数字信号处理

实验项目名称: IIR 滤波器设计——陷波器设计

学院: 医学院

专业: 生物医学工程

指导教师: 刁现芬

报告人: 陈焕鑫 学号: 2016222042 班级: 生工 2 班

实验时间: 2018 年 11 月 22 号

实验报告提交时间: 2018 年 11 月 24 号

教务部制

### 实验目的:

学习陷波器设计。

### 实验要求:

根据课堂讲解的陷波器知识,设计一个 50Hz 的陷波器,一个 100Hz 的陷波器,根据程序中注释,补全附件给的文件 xianboprogram 中程序代码。

通过绘制信号时域波形,说明达到陷波的目的;

通过信号频谱分析,说明达到陷波的目的;

绘制出所设计的陷波器的幅度谱、相位谱;

绘制出所设计的陷波器的零极点图。

### 实验代码及运行结果:

程序代码如下所示

```
clf;
clear all;
%设置初值
T=0.001; %采样间隔
fs=1/T; %采样频率
NLen=1000;%记录数据的长度
n=0:NLen-1;%自变量
x=sin(2*pi*50*n*T)+0.3*sin(2*pi*100*n*T) + sin(2*pi*5*n*T);%采样结果

figure(1);
%计算并绘制信号 x 的幅度谱,要求以 Hz 为单位,用 stem 绘制
subplot(211);
plot(n*T*1000, x); %画出采样到的信号图像
title('$x(n)=\sin 0.1\{\pi\}n+0.3\sin 0.2\{\pi\}n+\sin 0.01\{\pi\}n$', 'Interpreter','latex');
xlabel('time /ms')
ylabel('x');

X = fft(x,1000); %对采样到的数据做傅里叶变换
magX = abs(X); %求出幅度
k = 0:1:length(n)/2;%要显示的长度
f0 = k*fs/NLen; %转换为频率
subplot(212);
```

```

plot(f0, magX(1:length(f0)));%画出幅度谱
title('x 的幅度谱');
xlabel('f/Hz');
ylabel('X(f)');

%陷波器 1 的设计, 去除信号 x 中的频率为 50Hz 的成分
f_filter1 = 50; %去除信号频率为 50Hz
w_filter1 = 2*pi*f_filter1/fs;
r = 0.96;
b = [1, -2*cos(w_filter1), 1];
a = [1, -2*r*cos(w_filter1), r*r];
figure(2);
freqz(b,a,NLen,fs);%陷波器 1 特性显示
title('50Hz 陷波器特性')
y1 = filter(b,a,x);%对 x 信号滤波得到 y1
figure(3);
zplane(b,a);
title('50Hz 陷波器的零极点图');
figure(4)
%计算并绘制信号 y1 的幅度谱, 要求以 Hz 为单位, 用 stem 绘制
Y1 = fft(y1); %对 y1 做傅里叶变换
magY1 = abs(Y1); %求幅度
f = (0:(NLen-1)/2)*fs/NLen; %频率
stem(f, magY1(1:length(f)));%绘制出幅度谱
title('y1 的幅度谱');
xlabel('f/Hz');
ylabel('Y1(f)');

%陷波器 2 的设计, 去除信号 y1 中的频率为 100Hz 的成分
f_filter2 = 100; %去除信号频率为 50Hz
w_filter2 = 2*pi*f_filter2/fs;
r = 0.94;
b2 = [1, -2*cos(w_filter2), 1];
a2 = [1, -2*r*cos(w_filter2), r*r];

figure(5);
% 陷波器 2 特性显示
freqz(b2,a2,NLen,fs);%陷波器 2 特性显示
title('100Hz 陷波器特性');
y2 = filter(b2,a2,y1);
figure(6);
zplane(b2,a2);
title('100Hz 陷波器的零极点图');
figure(7)

```

```

%计算并绘制信号 y2 的幅度谱，要求以 Hz 为单位，用 stem 绘制
Y2 = fft(y2);           %对 y2 做傅里叶变换
magY2 = abs(Y2);        %求幅度
f = (0:(NLen-1)/2)*fs/NLen;
stem(f, magY2(1:length(f))); %绘制出幅度谱
title('y2 的幅度谱');
xlabel('f/Hz');
ylabel('Y2(f)');

% result
figure(8);
subplot(311), plot(n*T*1000,x);title('org');
subplot(312), plot(n*T*1000,y1);title('filter @ 50 Hz');
subplot(313), plot(n*T*1000,y2);title('filter @ 50 Hz & 100 Hz');
xlabel('time /ms')

```

程序运行的结果如下图所示：

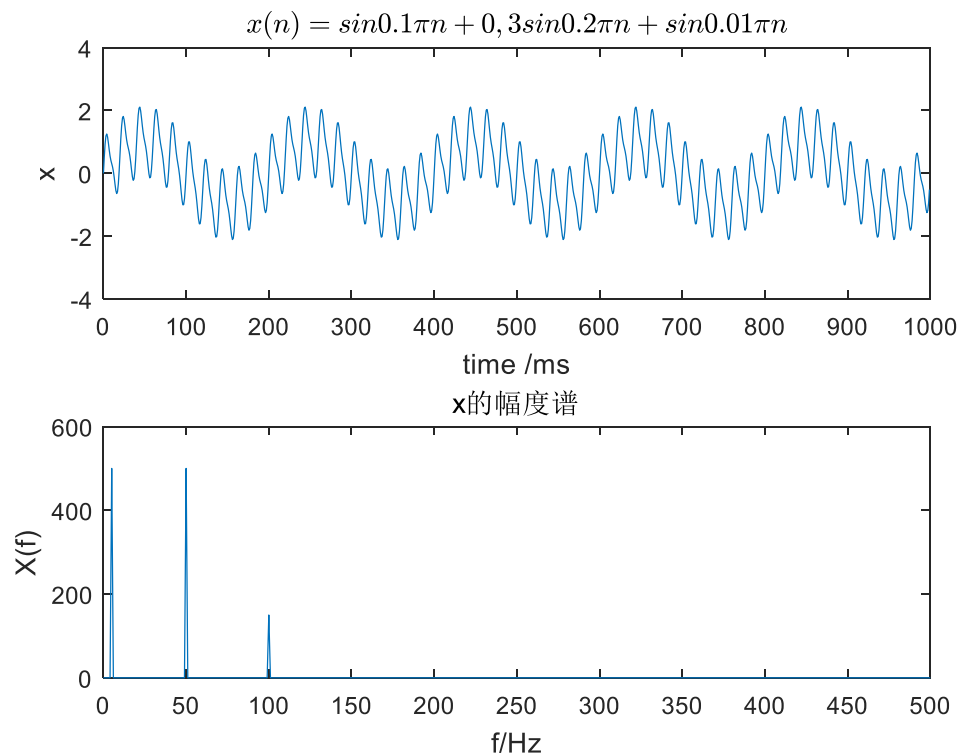


图 1 – 原始信号及其幅度谱

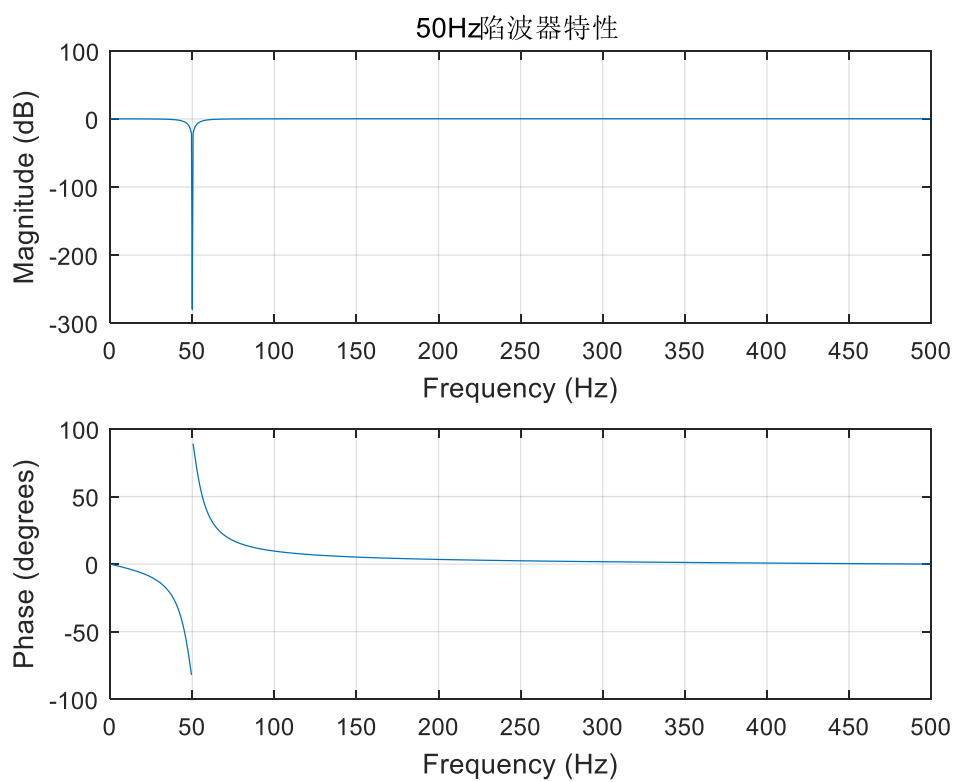


图 2 – 50Hz 陷波器特性

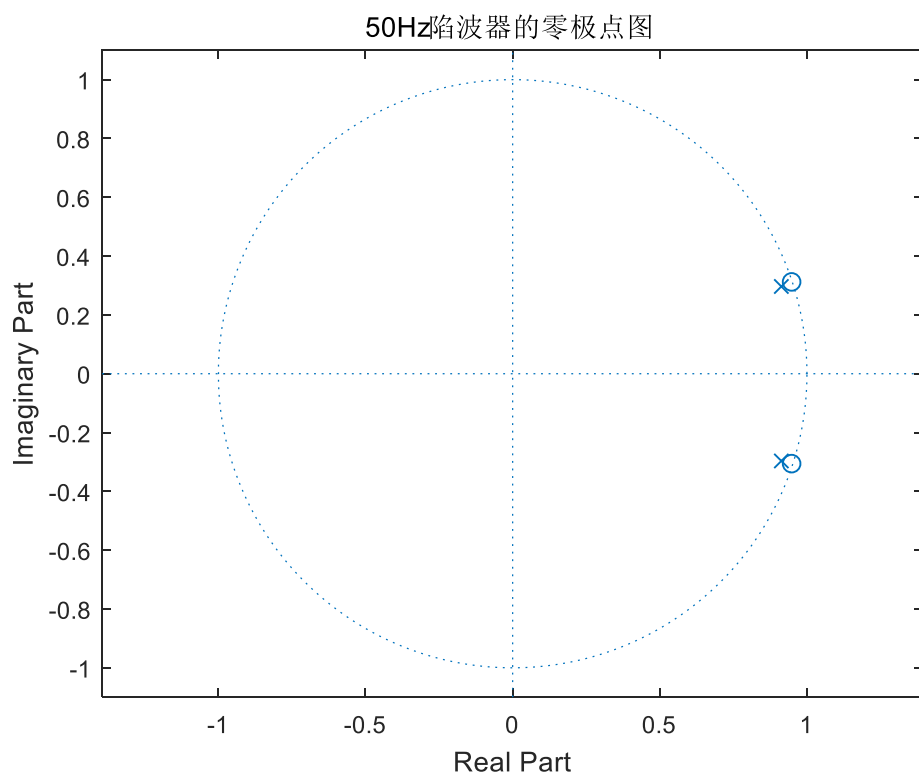


图 3 – 50Hz 陷波器零极点图

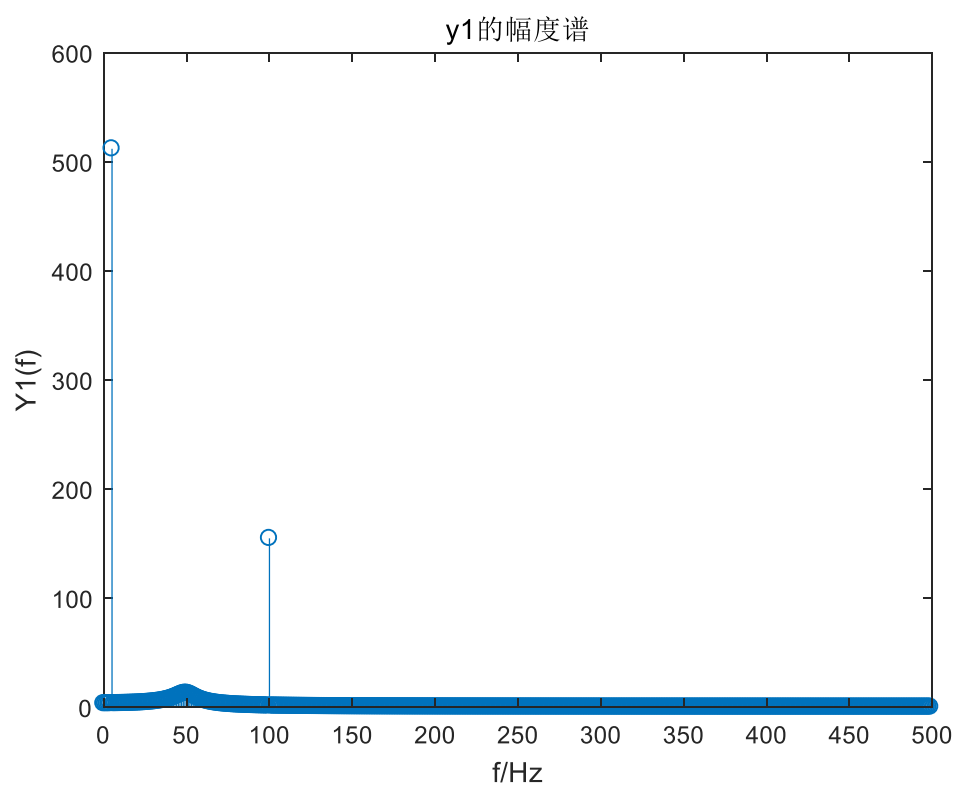


图 4 – y1 幅度谱

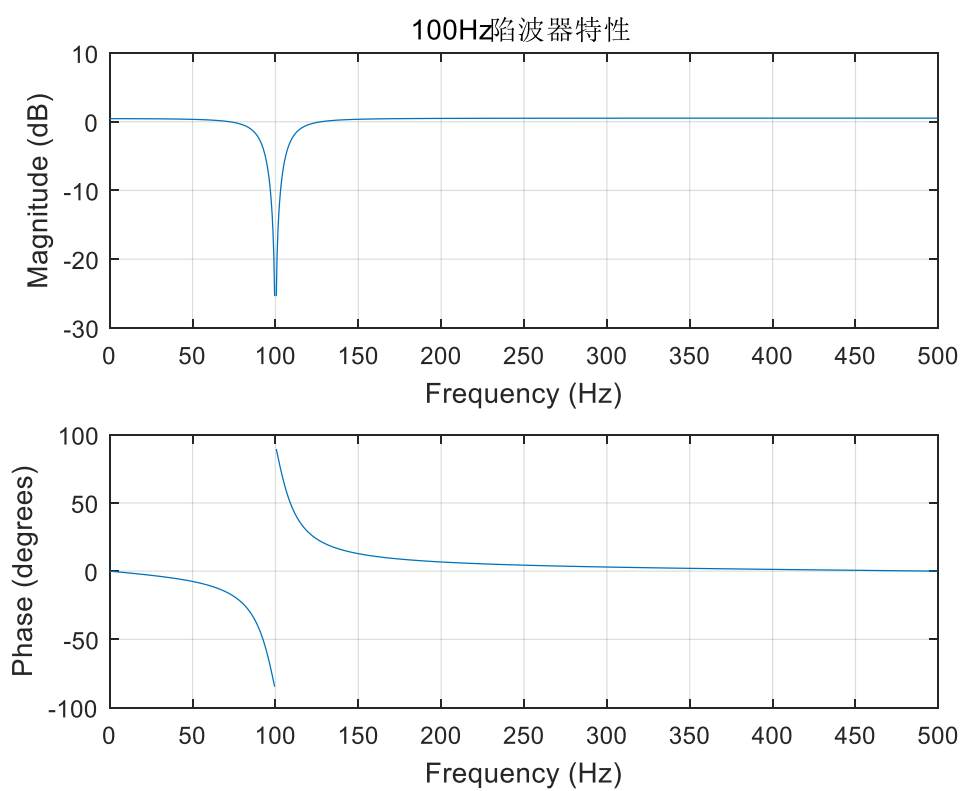


图 5 – 100Hz 陷波器特性

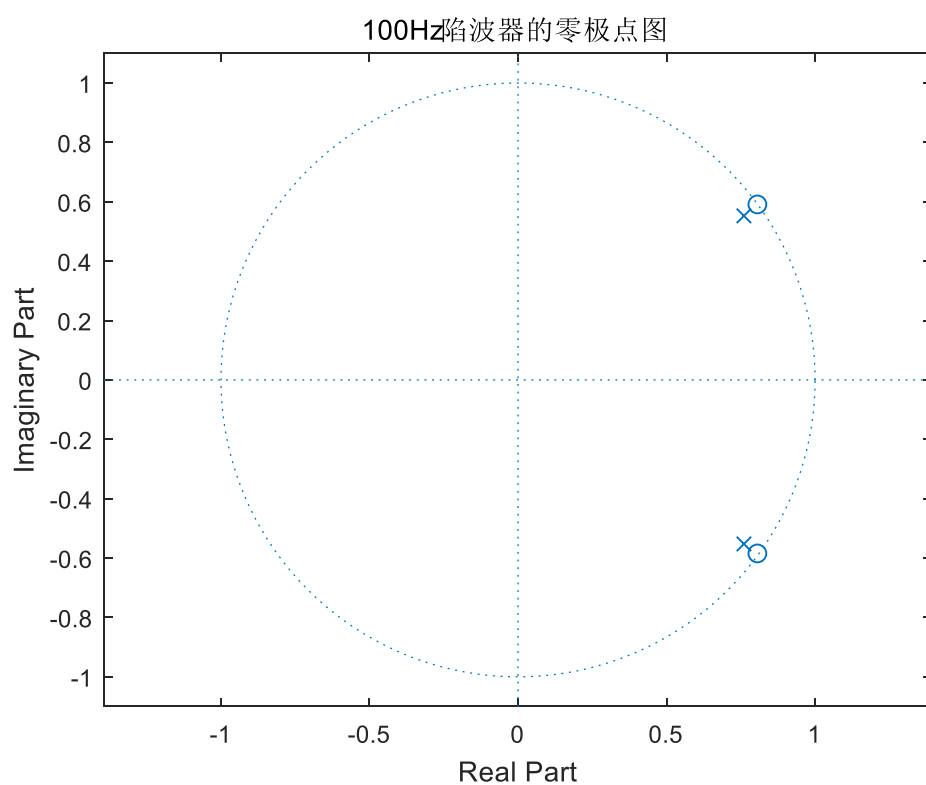


图 6 – 100Hz 陷波器的零极点图

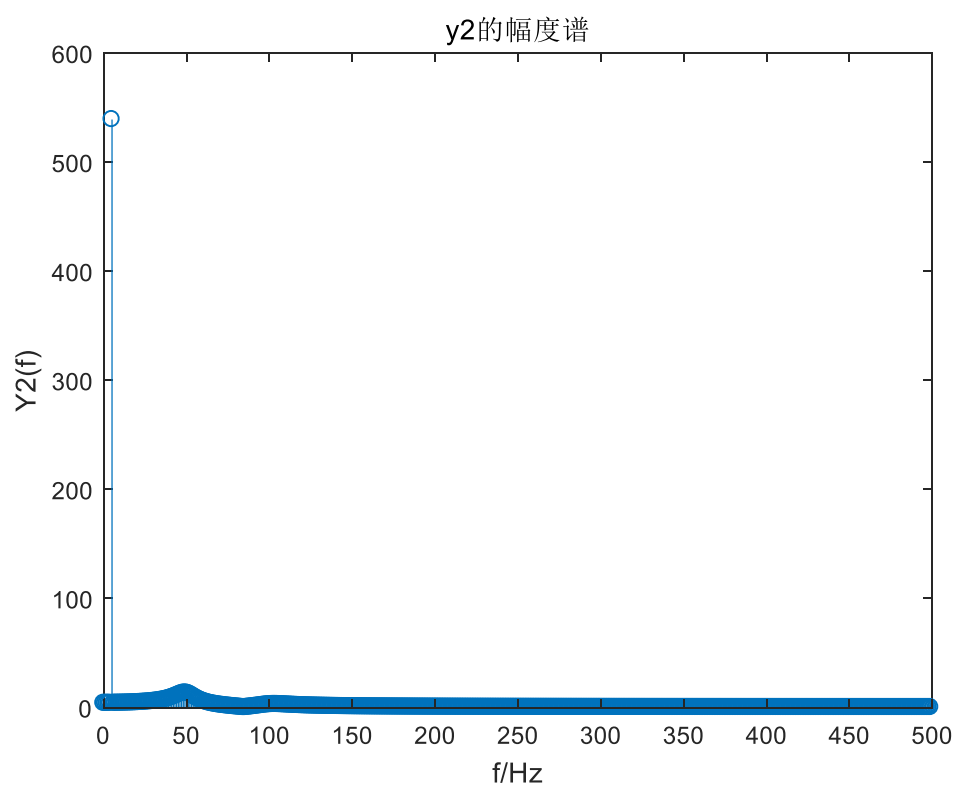


图 7 – y2 幅度谱

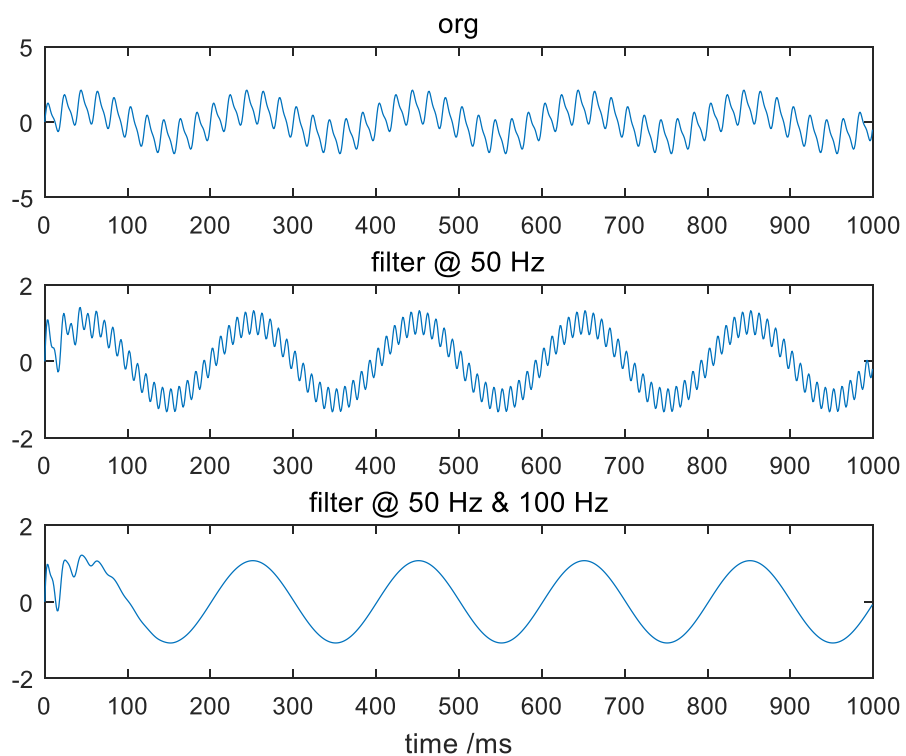


图 8 滤波后的结果

根据图 1 中的幅度谱可以看出，原始信号有 5Hz，50Hz 和 100Hz 三种频率的信号混叠而成的。设计出来的 50Hz 的陷波器的幅度谱中可以看出，陷波器在 50Hz 的地方有个下陷，能使 50Hz 的频率无法通过。同样的，在 100Hz 的陷波器的幅度谱中，在 100Hz 也有的地方也有个下陷，将两个陷波器组合起来用，就可以把 50Hz 和 100Hz 的信号滤除掉了。图 8 中第三幅图可以看出，滤除 50Hz 和 100Hz 后的时域信号。



实验结论：

通过这次实验我学会了如何设计一个陷波器，来对信号进行滤波，把我们不需要的频率成分滤除。

通过这次实验我学会了如何设计一个陷波器，来对信号进行滤波，把我们不需要的频率成分滤除。

<p>指导教师批阅意见：</p>	
<p>成绩评定：</p>	<p>指导教师签字：</p> <p>年 月 日</p>

成绩评定：

指导教师签字：

年 月 日

指导教师签字：  
年 月 日

年 月 日

备注:	
-----	--

注：1、报告内的项目或内容设置，可根据实际情况加以调整和补充。  
2、教师批改学生实验报告时间应在学生提交实验报告时间后 10 日内。

2、教师批改学生实验报告时间应在学生提交实验报告时间后 10 日内。