

# 项目自测报告



题    目：\_\_\_\_\_智能多功能便携式监护仪\_\_\_\_\_

学    校：\_\_\_\_\_电子科技大学\_\_\_\_\_

队    名：\_\_\_\_\_脉  搏  队\_\_\_\_\_

负  责  人：\_\_\_\_\_孙宇  马宗扬\_\_\_\_\_

# 目录

项目自测报告说明.....	3
一、概述.....	3
二、项目预期应用及标准基本要求概述.....	3
2.1 预期应用： .....	3
2.2 基本要求概述： .....	3
三、项目功能测试方案.....	3
3.1 测试设备： .....	3
3.2 功能步骤： .....	3
四、项目性能测试方案.....	4
4.1 功耗测试.....	4
4.1.1 测试设备.....	4
4.1.2 测试步骤.....	4
4.2 疲劳判断效果测试.....	4
4.2.1 测试设备.....	4
4.2.2 测试步骤.....	4
4.3 心率检测效果测试.....	4
4.3.1 测试设备.....	4
4.3.2 实验步骤.....	5
4.4 抗运动效果测试.....	5
4.4.1 测试设备.....	5
4.4.2 实验步骤.....	5
五、项目功能与性能测试记录.....	5
5.1 功能测试记录.....	5
5.2 性能测试记录.....	6
5.2.1 功耗测试记录和结论.....	6
5.2.2 心率检测效果记录和结论.....	6
5.2.3 疲劳判断效果测试记录和结论 .....	7
5.2.4 抗运动效果测试记录和结论.....	7
六、小结.....	8

# 项目自测报告说明

## 一、概述

将智能多功能便携式监护仪硬件部分搭建组装完毕，同时调试好软件部分，对整个系统进行功耗测试和性能测试。首先功耗测试是测试设备工作以及待机情况下的电压和电流，并以此计算各个部分的功率，估算各个系统的有效工作时长，进而估算整个系统的有效工作时长。性能测试是测试设备的实际应用效果，将设备提取的心率与市面上的血压计得到的心率进行对比，观察其误差；再测试设备的疲劳判断性能和抗运动性能。

## 二、项目预期应用及标准基本要求概述

### 2.1 预期应用：

- （一）提取脉搏波，检测用户实时心率；
- （二）提取脑电波，检测用户的睡眠状态或者疲劳状态；
- （三）当用户处于轻度睡眠状态时，发出白噪声改变用户的睡眠状态；
- （四）当用户处于重度疲劳状态时，发出警报，提醒用户及时休息。

### 2.2 基本要求概述：

- （一）低功耗，工作时间超过 30 小时；
- （二）通过脉搏波检测到用户实时心率误差在 $\pm 2\text{bpm}$
- （三）能够相对准确的判断疲劳状态和睡眠状态
- （四）具有抗运动性能。

## 三、项目功能测试方案

### 3.1 测试设备：

装有 MATLAB 并具有蓝牙功能的电脑和智能多功能便携式监护仪

### 3.2 功能步骤：

- （一）打开硬件设备的两个电源开关。
- （二）打开电脑，运行 MATLAB 程序，选择正确的端口值，打开接受串口，脑电和脉搏

数据在电脑上显示出来，并显示当前被试状态，

（三）切换至睡眠状态，在轻度睡眠或清醒状态，自动播放白噪声，

（四）切换至疲劳状态，在重度睡眠状态，发出警报，提醒用户按时休息。

## 四、项目性能测试方案

### 4.1 功耗测试

#### 4.1.1 测试设备

DT-9205A 万用表（仪铭仪表）和智能多功能便携式监护仪

#### 4.1.2 测试步骤

（一）打开硬件设备的两个电源开关，选择万用表的 20V 量程档，分别测量三块电池两端的电压，并且记录

（二）断开开关，选择万用表的 200mA 量程档，将红黑表笔分别连接开关的两个引脚，此时电路导通，测试电路在蓝牙连接工作电流和蓝牙未连接待机电流。

（三）计算相应电压和电流的乘积，得到工作功率和待机功率。

### 4.2 疲劳判断效果测试

#### 4.2.1 测试设备

e-prime2.0、智能多功能便携式监护仪和装有 MATLAB 并具有蓝牙功能的电脑

#### 4.2.2 测试步骤

（一）编辑 e-prime2.0 程序。程序功能为屏幕上会随机出现“x、y、z”三个字母。如果出现“x”，则在保证正确率的情况下，以最快的速度按下数字“1”。同理，如果出现“y”，则按下数字“2”。如果出现“z”，则按下数字“3”。每次实验“x、y、z”三个字母分别随机出现十次，共进行 30 个 trail，记录下每次实验的平均反应时间。

（二）被试带上智能多功能便携式监护仪，记录脑电波数据，计算得到疲劳程度的衡量指标 $(\alpha + \theta) / \beta$ 的能量比值。同时，在 e-prime 软件进行实验。

（三）寻找两个被试，共进行 10 次实验

（四）列出 $(\alpha + \theta) / \beta$ 的能量比值和反应时间表，分析实验结果

### 4.3 心率检测效果测试

#### 4.3.1 测试设备

智能多功能便携式监护仪、鱼跃 YE660A 血压计

### 4.3.2 实验步骤

(一) 打开智能多功能便携式监护仪的开关，打开脉搏波串口并设置好相应参数，接收脉搏波数据。

(二) 将血压计绑带绑定在左臂上，打开开关，等待一段时间，待到测量完毕，读取屏幕上的脉搏数据。

(三) 计算血压计测量时段内，头带测算的脉搏数据的平均值，并将该数据与血压计的脉搏数据对比，计算误差。如此重复 20 次。

## 4.4 抗运动效果测试

### 4.4.1 测试设备

智能多功能便携式监护仪和装有 MATLAB 并具有蓝牙功能的电脑

### 4.4.2 实验步骤

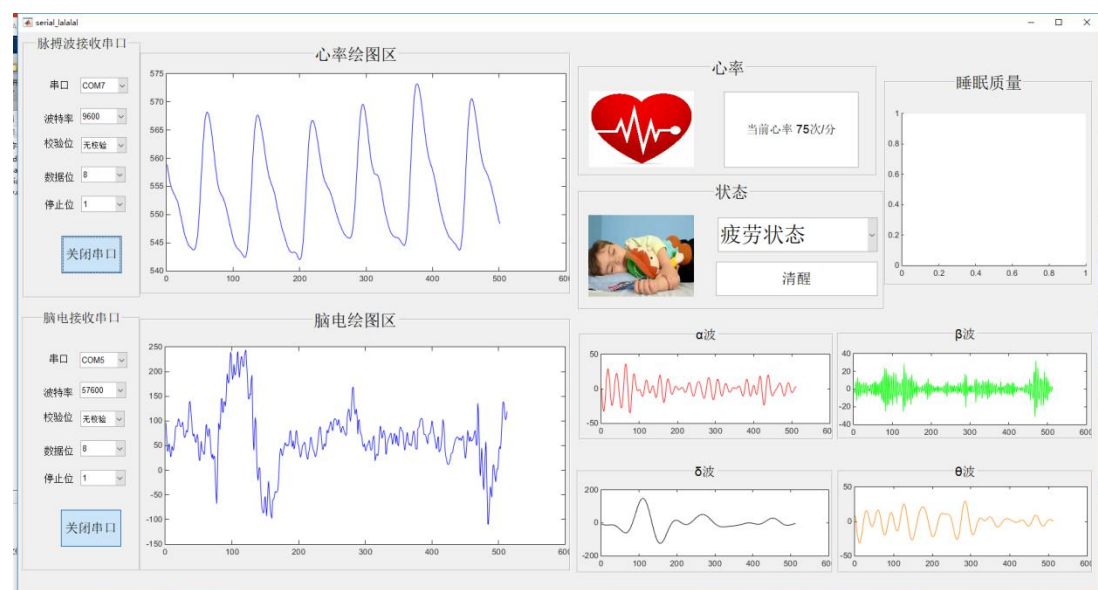
(一) 打开智能多功能便携式监护仪的开关，运行程序。

(二) 2 佩戴仪器的同学在地面上静止不动和原地大踏步

(三) 将静止状态下的数据和运动状态下的数据进行对比，观察是否影响仪器功能。.

## 五、项目功能与性能测试记录

### 5.1 功能测试记录



在 MATLAB 的 GUI 界面上左上角显示脉搏波的实时波形，并且旁边显示实时心率。左下角显示脑电波的实时波形。右下角显示是脑电的 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\delta$ 、 $\theta$ 波形。右上角状态栏中可以选择两

种模式，一种是疲劳状态，一种睡眠状态。疲劳状态分为清醒、轻度疲劳、重度疲劳三个状态；睡眠状态分为了清醒、轻度睡眠、中度睡眠和深度睡眠四个状态。在切换了睡眠状态后，在清醒状态和轻度睡眠状态下，白噪声会自动响起。切换了疲劳状态后，在重度疲劳状态下，会发出报警声音，提醒用户及时休息。

5.2 性能测试记录

5.2.1 功耗测试记录和结论

表 1 设备工作及待机参数表

电池类型	工作电压/V	待机电流/mA	工作电流/mA	待机功率/mW	工作功率/mW
脑电	3.7	15.9	6.5-6.6	58.83	24.05-24.42
NANO	3.77	3	3	11.31	11.31
HC-06	3.45	4.2	10.3-12	14.49	35.54-41.4

表 2 预估工作时间表

电池类型	电池容量/mA · h <sup>-1</sup>	理论工作时间/h	预计工作时间/h	系统工作时间/h
脑电	800	50	40	40
NANO	1000	333	50	
HC-06	800	66	40	

通过功耗测试可以看出，设备完全可以工作超过 40 小时以上。

5.2.2 心率检测效果记录和结论

表 3 心率测量记录表

血压计心率	头带心率	误差个数	血压计心率	头带心率	误差个数
60	59	-1	57	57	0
52	53	1	54	54	0
56	56	0	58	59	1
54	54	0	54	53	-1
57	57	0	57	57	0
55	56	1	52	52	0
55	57	2	56	55	-1
59	59	0	57	57	0
56	57	1	59	60	1
61	60	-1	55	55	0

通过实验验证，计算误差平均值，认为脉搏波检测到用户实时心率误差在±2bpm 之内。

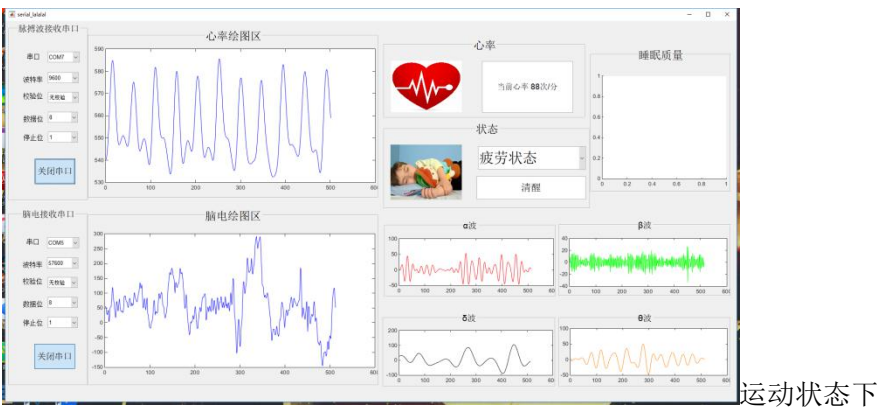
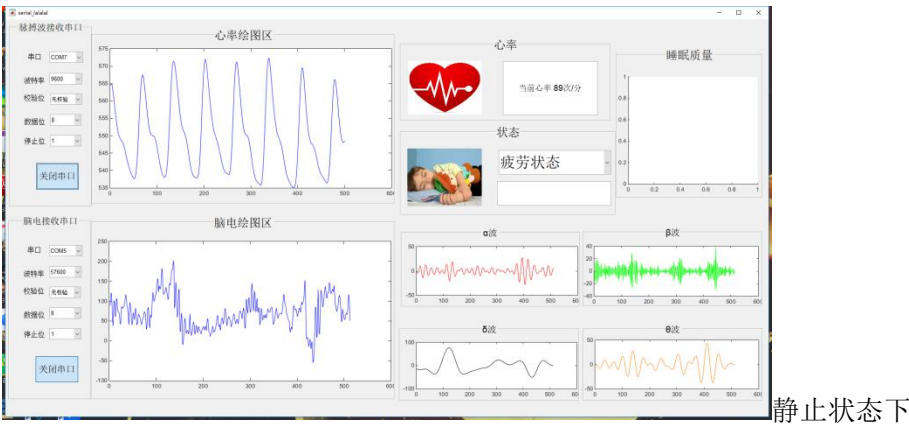
5.2.3 疲劳判断效果测试记录和结论

疲劳功能测试图

		被试一		被试二		
第一天晚上 测试数据 (被试主诉 较为疲劳)	30 次测试平均反 应时/ms	586.6	560.4	686.1	670.8	670.4
	$(\alpha + \theta) / \beta$	0.7943	0.5168	4.4658	4.1678	4.1604
第二天早上 测试数据 (被试主诉 比较清醒)	30 次测试平均反 应时/ms	510.5	513.5	554.2	581.5	565.5
	$(\alpha + \theta) / \beta$	0.4185	0.3040	2.2804	2.9424	2.9782

通过实验可知，同一个人的疲劳状态和 $(\alpha + \theta) / \beta$ 有着明显的线性关系，不同的人的疲劳值有一定差异。

5.2.4 抗运动效果测试记录和结论



心率信号在原地踏步状态下虽然有一定的基线漂移，但是还能准确的计算心率结果，并不影响功能使用。

## 六、小结

通过对智能多功能便携式监护仪的实际测量,可以发现此设备的功耗以及续航时间都在预计范围之内,工作时间长达 40 小时以上,心率测算结果误差在 $\pm 2\text{bpm}$ 之内,并确定对人体的疲劳和睡眠状态有一定检测效果。该设备还具有一定的抗运动性能。基本达到了预期的功能和性能要求。