基于51单片机便携式脉搏测量仪设计

X X ，X X X

（X X X X X X X X X X X X X ，X X XXXXXX）

摘要：针对X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 优点。

关键词：脉搏检测；ST188光电传感器；STC89C52；小波去噪；MATLAB

中图分类号：TN 722 文献标志码：A

Design of a portable pulse measuring instrument based on 51 single chip

XXXX XXX, XXX XXXXXX

( X X X, X X X X X X, X XXXXXX, X )

**Abstract**: To X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X method

It is used to determine the adopted ST188 photoelectric sensor to induct the pulse signal comparativing the disadvantage of piezoelectric sensor. X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X . The tester has been successful and it is proved that the whole test instrument has the advantages of strong anti-interference, high stability, accuracy, safety and comfort.

**Key words**: pulse detection; ST188 photoelectric sensor; STC89C52; wavelet denoising; MATLAB

0引言

脉搏信号携带了丰富的人体健康状况信息，脉搏波的形态(波形)、速率(波速)、强度(波幅)、节律(周期)等可以展现人体综合信息，并能及时反映人体心血管系统的很多生理血流特征[1]。X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X XX X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X XX X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 。因此，设计一款噪音污染小、测量精度高、使用方便的脉搏测量仪十分有必要。

笔者设计的系统采用ST188光电传感器检测人体的脉搏信号，通过手指照射红外光时的透光性会由于脉搏跳动而变化来检测血流量，能减少由于外界气流变化引起的噪声信号。X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X XX X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 。该方式测量误差率不高于1%，有效减少了脉搏信号中的噪声信

**基金项目：**X X X X X X X X X X X X X X X (XXXXXXXXXXXX)

**作者简介：X** X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 。

1电路设计

1.1 系统电路

该系统电路主要由信号获取电路、放大滤波电路、整形电路等构成，如图1所示X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 。图2为系统电路实物图。

图1 系统X X X X X

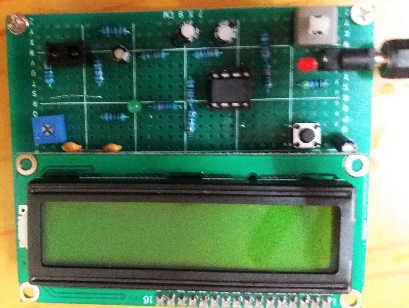


图2 系统X X

1.2 信号获取电路

脉搏信号X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X [4]。X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 。该红外传感器产生恒定波长的红外光，照射到被检测者的手指，通过测量被检测者手指血液的透光率得到脉搏信号，并将其转换成电信号，如图3所示，避免了市场上常用的手指按压压电式传感器依据电荷放大原理来采集脉搏信号从而夹带大量干扰噪声的现象。

1.3 放大、滤波电路

研究X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X

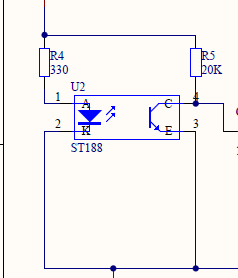


图3 传感器X X X X X X X

X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 电路。

1.4 整形电路

经过X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 屏幕上。

2小波去噪

2.1 连续小波变换

脉搏信号是一个连续不间断的信号，信号幅值较低并伴有大量噪声。X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 。连续小波变换具有很强的弱信号检测能力，具有良好的时频局部化特性，可避免FFT和加窗插值算法都无法实现的对谐波的准确检测，能充分地突出问题某方面特征，是一种非常方便的变换分析方法，在很多领域得到了非常广泛的应用[8]。

对滤波后的X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 是X X X X 中X X X X X X X X X X X X X X X ]X X (X *X* X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X ，则

（1）

称为的X X X X X X X 是X X X X X 反X X X X X X X X X X X X X 代X X X X X X 都X X X X X X X X X X X X X X 小波变换(continuous wavelet transform， CWT) [9]。

2.2 阈值去噪法

小波去噪的目的是在小波域把信号的小波变换与噪声的小波变换有效分离[10]X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 。目前提出了多种阈值选取方法，如：硬阈值函数、软阈值函数等，为保留两种函数各自的优势本系统选用软硬阈值函数，同时降低视觉失真和边缘化失真现象，使得到的波形曲线更光滑、准确。

本系统X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X ：z1=wdencmp('lvd',c,l,'db1',1,thr,sorh);

2.3 MATLAB仿真

CWT方法可保留脉搏信号的特征尖峰点，为生物医学信号分析提供有力的帮助。为验证其去噪效果，利用仿真实验证明其在均方误差意义下阈值法能得到原信号的近似度。图4为MATLAB仿真下的典型平脉波形，其采样频率是200 Hz。



图4 人体X X X X X X

人体X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 如图6所示。



图5 加噪X X X X X



图6 处理后X X X X

从图6中X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 效果。

3检测实验

3.1 检测结果

为测试X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 对比。

表1 各脉搏X X X X X X X

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X X | | X X  X X | X  X  X  X | X X X X | | | | |
| X X X X | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 光电式小波去噪前 | | 61 | 88 | 63 | 75 | 69 | 80 |
| 光电式小波去噪后 | | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| 压电式脉搏检测 | | 59 | 58 | 56 | 59 | 59 |
| 2 | 光电式小波去噪前 | | 67 | 74 | 69 | 69 | 70 | 75 |
| 光电式小波去噪后 | | 67 | 67 | 66 | 67 | 67 |
| 压电式脉搏检测 | | 73 | 74 | 72 | 73 | 71 |
| 3 | 光电式小波去噪前 | | 72 | 75 | 78 | 59 | 93 | 84 |
| 光电式小波去噪后 | | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 |
| 压电式脉搏检测 | | 70 | 75 | 78 | 79 | 78 |
| 4 | 光电式小波去噪前 | | 91 | 80 | 79 | 81 | 80 | 72 |
| 光电式小波去噪后 | | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 |
| 压电式脉搏检测 | | 90 | 90 | 89 | 89 | 89 |
| 5 | 光电式小波去噪前 | | 10 | 83 | 85 | 82 | 84 | 86 |
| 光电式小波去噪后 | | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 |
| 压电式脉搏检测 | | 121 | 123 | 114 | 119 | 120 |

3.2 结果分析

从表1可以看出，X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 效果。

4结束语

本系统从脉搏信号采集及处理角度，基于51单片机提出了采用ST188光电传感器获取信号、小波变换对信号滤波的脉搏测量仪，并搭建了仿真模型，实现了该测量仪的预期功能。X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X 。并且，该脉搏测量仪体积小，便于携带，有很强的实用性。

参考文献

[1] 杨建. 脉搏波信号采集与分析方法的研究[J].电脑与信息技术，2014(3):53-55.

[2] [刘娜](http://yuanjian.cnki.com.cn/Search/Result?author=%E5%88%98%E5%A8%9C" \t "_blank). 基于脉搏波的血压和心血管状态检测算法的研究[D].杭州：浙江大学,2004.

[3] [徐胜鹤](http://jour.duxiu.com/searchThesis?sw=%E5%BE%90%E8%83%9C%E9%B9%A4&ecode=utf-8&channel=searchThesis&Field=2" \t "_blank). 基于虚拟仪器的心电信号采集系统研究[D].济南:山东大学,2008.

[4] 李珍,刘琳琳. 基于光电式脉搏传感器的脉搏信号获取[J].中国医疗器械信息，2008,14(11):19-20.

[5] [童德迪](http://jour.duxiu.com/searchJour?sw=%E7%AB%A5%E5%BE%B7%E8%BF%AA&ecode=utf-8&channel=searchJour&Field=2" \t "_blank),[朱珊](http://jour.duxiu.com/searchJour?sw=%E6%9C%B1%E7%8F%8A&ecode=utf-8&channel=searchJour&Field=2),[李庆泰](http://jour.duxiu.com/searchJour?sw=%E6%9D%8E%E5%BA%86%E6%B3%B0&ecode=utf-8&channel=searchJour&Field=2),等. 应用近红外光组织血氧监护仪监测再植手指血液灌注情况的临床研究[J].中华临床医学杂志，2008(9)：14.

[6] 王波. [信号波形合成实验电路的设计与制作](http://jour.duxiu.com/JourDetail.jsp?dxNumber=100207819535&d=D289E3F512F3F357F23414E7DC1C7D42) [J].中小企业管理与科技(上旬刊)，2013(2):1063-1069.

[7] [薛蕙](http://xueshu.baidu.com/usercenter/data/author?cmd=authoruri&wd=authoruri%3A%2878ac7117607393af%29%20author%3A%28%E8%96%9B%E8%95%99%29%20%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E5%86%9C%E4%B8%9A%E5%A4%A7%E5%AD%A6%E7%94%B5%E6%B0%94%E4%BF%A1%E6%81%AF%E5%AD%A6%E9%99%A2" \t "_blank),[杨仁刚](http://xueshu.baidu.com/usercenter/data/author?cmd=authoruri&wd=authoruri%3A%28b7d69ed680e2a4fb%29%20author%3A%28%E6%9D%A8%E4%BB%81%E5%88%9A%29%20%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E5%86%9C%E4%B8%9A%E5%A4%A7%E5%AD%A6%E4%BF%A1%E6%81%AF%E4%B8%8E%E7%94%B5%E6%B0%94%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E5%AD%A6%E9%99%A2).[基于连续小波变换的非整数次谐波测量方法](http://xueshu.baidu.com/s?wd=paperuri%3A%289124b8e95303a7df24ca611c6a99fe90%29&filter=sc_long_sign&tn=SE_xueshusource_2kduw22v&sc_vurl=http%3A%2F%2Fwww.cqvip.com%2FMain%2FDetail.aspx%3Fid%3D7716822&ie=utf-8&sc_us=15848308254880035245)[J].电力系统自动化，2003,27(5):49-53.

[8] 张勇. [基于混沌振子和小波理论的微弱信号检测研究](http://xueshu.baidu.com/s?wd=paperuri%3A%288744505554a6c232d50de0e8964ad8e2%29&filter=sc_long_sign&tn=SE_xueshusource_2kduw22v&sc_vurl=http%3A%2F%2Fcdmd.cnki.com.cn%2FArticle%2FCDMD-10287-1011253474.htm&ie=utf-8&sc_us=8556366162440521892)[M].南京:南京航空航天大学,2009.

[9] 杨福生.小波变换的工程分析与应用[M].北京:科学出版社, 1999:1.

[10] 孙延奎. 小波分析及其应用[M].北京:机械工业出版社, 2005:233-234.

[11] 孙霞. 人体脉搏信号的采集与分析[D].哈尔滨：哈尔滨理工大学, 2009.

[12] 远飞. 基于小波变换模极大值的信号去噪方法[J].变频技术应用,2014(6):118-121.

[13] 李学波. 基于光电容积脉搏波的人体生理指数检测算法研究与实现[D].沈阳: 东北大学, 2011.