



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111084618 A

(43)申请公布日 2020.05.01

(21)申请号 201911282386.9

A61B 5/11(2006.01)

(22)申请日 2019.12.13

A61B 5/00(2006.01)

(71)申请人 安徽通灵仿生科技有限公司

地址 230088 安徽省合肥市高新区望江西
路800号合肥创新产业园A3楼407室

(72)发明人 杨东 解启莲 李剑 徐小菊
王昆 解尧 陈宏凯 余洪龙
宋泽阳 李杨帅

(74)专利代理机构 合肥中博知信知识产权代理
有限公司 34142

代理人 张加宽

(51)Int.Cl.

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/02(2006.01)

A61B 5/053(2006.01)

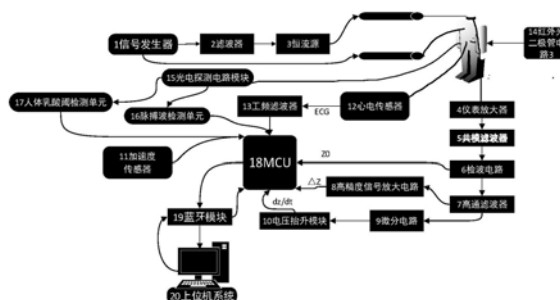
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统及
方法

(57)摘要

本发明属于生物医学工程与电子技术及信息技术领域,具体涉及一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统及方法,包括上位工控机和下位机,所述下位机包括信号处理模块、信号采集模块和无线传输模块,所述的信号采集模块包括心电ECG电传感模块、胸阻抗电传感模块、血乳酸与脉搏波光电传感模块,所述下位机信号处理模块控制蓝牙模块将检测的信号传输到上位工控机;所述上位工控机包括信号处理计算机,所述信号处理计算机内设有心电ECG信号模型、胸阻抗ICG信号模型、运动中有氧与无氧呼吸的临界功率理论模型、脉搏波信号模型、心肺功能指标模型以及信号去噪处理系统,本发明可以在静止、呼吸、运动情况下较高精度测量人体的信号,仪器的抗干扰能力强。



1. 一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统,其特征在于:包括上位工控机和下位机,所述下位机包括信号处理模块、信号采集模块和蓝牙模块,所述的信号采集模块包括心电ECG电传感模块、胸阻抗电传感模块、血乳酸与脉搏波光电传感模块,所述信号处理模块控制蓝牙模块将检测的信号传输到上位工控机;

所述上位工控机包括信号处理计算机,所述信号处理计算机内设有心电ECG信号模型、胸阻抗ICG信号模型、运动中有氧与无氧呼吸的临界功率理论模型、脉搏波信号模型、心肺功能指标模型以及信号去噪处理系统。

2. 根据权利要求1所述的可穿戴式多功能呼吸循环检测系统,其特征在于:信号去噪处理系统采用小波自适应滤波方法,所述小波自适应滤波方法包括:

(1) 将原始测量信号利用DWT进行分解,提取参考信号,将其作为自适应算法处理过程中其滤波器权重系数更新的参考;

(2) 基于离散小波DWT一维信号处理,选Daubechies (dbN) 系列为小波基;

(3) 采用Daubechies系列 (dbN8) 对采集的信号进行分解,并对分解后每层的系数进行自适应阈值的量化,自动调节合适的阈值选取去除噪声,再多层小波重构使得周期性的波形得以重复;

(4) 对于自适应阈值的量化选取,关系到去噪的效果,本系统基于最小二乘LMS法,通过算法迭代使得理想信号 $d(n)$ 与输出信号 $y(n)$ 间误差最小化。

3. 根据权利要求1所述的可穿戴式多功能呼吸循环检测系统,其特征在于:所述信号采集模块还包括多个运动电极片,所述运动电极片为7个,三导联用于获取人体的心电ECG信号,而胸阻抗ICG信号通过四个电极获取。

4. 根据权利要求1所述的可穿戴式多功能呼吸循环检测系统,其特征在于:还包括云端服务器,所述的云端服务器可对仪器连续测量人体上传的数据进行存储、统计分析并评估用户的心肺功能状况,可自动生成心肺康复处方,然后临床医生远程通过Web端访问用户信息,进行更精细化的诊断并给出治疗方案与康复指导。

5. 根据权利要求1所述的可穿戴式多功能呼吸循环检测系统,其特征在于:所述下位机内还设有加速传感器,所述加速传感器信号输出端与信号处理模块输入端连接。

6. 根据权利要求1所述的可穿戴式多功能呼吸循环检测系统,其特征在于:所述心电ECG电传感模块由心电ECG传感器与工频滤波器以及三导联心电电极组成采集心电信号;所述胸阻抗电传感模块由仪表放大器、工频滤波器、检波电路、高通滤波器、高精度信号放大电路、微分电路、电压抬升模块和电极片组成采集人体阻抗信号,所述血乳酸与脉搏波光电传感模块主要由红外光电传感、光电探测电路、脉搏波检测单元以及人体乳酸阈检测模块组成采集乳酸阈与脉搏波信号。

7. 根据权利要求1所述的可穿戴式多功能呼吸循环检测系统,其特征在于:所述上位工控机内还包括安全告警系统,通过上位工控机软件显示心率、搏动量与心排量、血压与乳酸阈的变化波形,测定运动情况下人体的运动强度并超出阈值时及时告警。

8. 根据权利要求1所述的可穿戴式多功能呼吸循环检测系统,其特征在于:所述信号处理模块采用ARM嵌入式系统。

9. 一种可穿戴式多功能呼吸循环检测方法,其特征在于:包括以下步骤:

(1) 在上位工控机中建立有心电ECG信号模型、胸阻抗ICG信号模型、运动中有氧与无氧

呼吸的临界功率理论模型、脉搏波信号模型以及心肺功能指标模型；所述的ECG信号模型主要检测分析人体信号波形，提取相应的心电ECG信号特征参数P、Q、R、S、T五个特征点；所述胸阻抗ICG信号模型分析检测人体阻抗信号，提取波形特征点A、B、C、X、O的位置；而运动中有氧与无氧呼吸的临界功率理论模型分析判断识别人体运动过程乳酸的产生；脉搏波信号模型分析人体脉搏波变化，提取脉搏波特征点a、b、c、d、e、f、g位置；心肺功能指标模型主要对各个信号模块采集的特征参数分析，计算出相应的心肺功能的指标参数；

(2) 通过信号采集模块将心电ECG、胸阻抗ICG、血乳酸以及脉搏波信号通过蓝牙模块上传上位工控机；

(3) 上位工控机对将实时同步采集的原始心电ECG、胸阻抗ICG、血乳酸以及脉搏波信号显示，通过小波自适应算法进行滤波，结合数字信号的量化技术处理，恢复波形去除干扰，结合建立各信号的分析模型输出人体信号的特征参数点并计算心肺功能指标参数，并可以实时显示。

一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于生物医学工程与电子技术及信息技术领域,具体涉及一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统及方法。

背景技术

[0002] 我国心血管病人数未来仍将持续增长,心血管病负担日渐加重。群众对多样化健康信息服务迫切的需求,目前心肺功能测试仪器体积庞大,操作复杂,价格昂贵,严重制约基层心肺功能康复机构建设与推广,另外市场上心肺功能测试仪器缺乏科学性的心肺功能康复指导,评估缺乏闭环系统,难以得到个性化训练处方与跟踪训练效果。

[0003] 血液动力学参数、脉搏波与乳酸阈监测,可以提供人体重要的参数信息,包括心排量、心功能指数、血压、血氧饱和度、乳酸阈等人体功能指标参数,测量与人体心肺功能相关的指标参数对医疗康复和科研等都具有重要的研究意义。随着生物医疗、电子信息、健康与信息技术的发展,目前已有检测血液动力学、脉搏波以及血乳酸的设备,但大多数设备费用贵、操作复杂、不便携、且测量功能较为单一。目前市场上拥有有创与无创检测血液动力学设备,但有创成本高,不便携且操作技术高,而无创检测中以基于胸阻抗动态描记述方法对心衰、高血压、呼吸困难等病患具有较好的临床应用价值,但目前该方法受呼吸和运动伪影的影响,测量精度与有创方法的相关性需进一步提高,国内根据胸阻抗法实现血液动力学无创检测的设备在医疗康复机构应用很少。

[0004] 血乳酸是人体内糖代谢的中间产物,乳酸是保持人体体温以及运动产生的废弃物,乳酸堆积容易造成血流不畅、肌肉酸痛等,乳酸阈是人体代谢方式由有氧转入无氧代谢为主供能的转折点,乳酸阈反映人体在渐增负荷运动中,血乳酸浓度没有堆积时最大吸氧量实际所利用的百分比,对人体运动过程进行乳酸阈的检测,衡量个人运动的承受能力,对康复训练运动具有指导意义。而脉搏是心脏和血管状态等重要信息的外在反映,人体脉搏波信号检测系统已广泛应用心血管系统、心肺呼吸循环系统的评估,通过脉搏波来实现无创连续测量人体血压对健康监护和临床研究具有重要意义,基于脉搏波与心电ECG信号方法检测血压被广泛应用于可穿戴设备上进行血压测量。但对于大多数设备检测阻抗信号、脉搏波信号、乳酸阈不可避免会受到人体运动、粗重呼吸的干扰且大多数设备测量参数单一,无法同时连续无创准确测量心排量、搏动量、乳酸阈以及血压等参数。

[0005] 为此研发一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统与方法,对人体心肺循环系统运动中的血液运动规律定量、动态连续的测量和分析,将这些数据反馈用于对病情发展的了解和临床治疗的指导,具有重要的经济与社会效益。

发明内容

[0006] 针对现有技术存在的上述不足,本发明的目的在于提供一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统及方法,开发一种新型的心肺功能检测与训练指导系统,其穿戴简单、轻便易携、成本低、可实现无创连续监测,适合三甲医院心肺相关科室、社区和家庭,方便心肺功能

受限的患者的疾病诊断与病情的量化以及运动的康复指导,推广基础心肺功能康复机构的建设,弥补国内多功能心肺呼吸循环检测系统的空缺。

[0007] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案予以实现:

[0008] 一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统,包括上位工控机和下位机,所述下位机包括信号处理模块、信号采集模块和蓝牙模块,所述的信号采集模块包括心电ECG电传感模块、胸阻抗电传感模块、血乳酸与脉搏波光电传感模块,所述信号处理模块控制蓝牙模块将检测的信号传输到上位工控机;

[0009] 所述上位工控机包括信号处理计算机,所述信号处理计算机内设有心电ECG信号模型、胸阻抗ICG信号模型、运动中有氧与无氧呼吸的临界功率理论模型、脉搏波信号模型、心肺功能指标模型以及信号去噪处理系统。

[0010] 与现有技术相比,本发明具有以下技术效果:

[0011] 通过蓝牙模块与上位工控机系统通信,综合建立的各信号模型得到相关的生理特征参数,得到心肺功能的指标参数并图形显示,数据测量结果可上传云平台,可进行长时间的大数据分析,并与医院机构建立数据共享、远程诊断与康复指导,弥补了国内心肺运动功能测量单一、无创连续实时监测设备的技术空缺,且耦合最新的心肺理论与最新ICG技术实现静止、呼吸、运动下的心肺功能全面的检测,并且通过结合物联网技术构建云平台服务,构建闭环的心肺测试与训练服务平台,实现个性化智能化的综合治疗康复方案,具有广阔的市场应用前景。

[0012] 本发明一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统,可实现不同生理、病理信息同步连续采集,以心肺耦合理论为基础,以最新ICG技术为核心融合光电乳酸传感、脉搏波光电探测技术,实现一体化便携可穿戴心肺多功能检测。

[0013] 本发明的可穿戴式多功能呼吸循环检测系统基于芯片的集成技术、软件计算技术、数字信号处理技术、蓝牙传输技术,使系统十分小型化、成本也较低,操作难度低,降低其推广应用的难度。

[0014] 本发明可以在静止、呼吸、运动情况下较高精度测量人体的信号,仪器的抗干扰能力强。

附图说明

[0015] 图1为本发明提供的一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统设计流程图;

[0016] 图2为本发明提供的一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统原理示意图;

[0017] 图3为本发明提供的小波自适应噪声伪影去除框图示意图;

[0018] 图4为本发明提供的最小均方差LMS的算法流程图;

[0019] 图5为本发明提供的一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统云平台示意图;

具体实施方式

[0020] 为了使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,下面结合具体附图,进一步阐明本发明。

[0021] 需要说明的是,在本发明中,当元件被称为“固定于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件,它可以

是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。本文中所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的，并不表示是唯一的实施方式。

[0022] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在限制本发明。本文所使用的术语“及/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0023] 实施例1

[0024] 请参阅图1-4，一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统，包括上位工控机和下位机，所述下位机包括信号处理模块、信号采集模块和蓝牙模块，所述的信号采集模块包括心电ECG电传感模块、胸阻抗电传感模块、血乳酸与脉搏波光电传感模块，所述信号处理模块控制蓝牙模块将检测的信号传输到上位工控机；

[0025] 所述上位工控机包括信号处理计算机，所述信号处理计算机内设有心电ECG信号模型、胸阻抗ICG信号模型、运动中有氧与无氧呼吸的临界功率理论模型、脉搏波信号模型、心肺功能指标模型以及信号去噪处理系统。

[0026] 所述的上位工控机系统主要用于对下位机上传的ECG、ICG及微分信号、以及乳酸阈、脉搏波的显示并软件滤波去除粗呼吸与运动的影响，并结合相应的算法模块，识别相应的波形特征点，计算出心排量、心率、搏动量、血压、乳酸阈值等。

[0027] 图1给出了一种穿戴式多功能呼吸循环检测系统的流程图，包括人体心电传感模块由心电传感器12与工频滤波器13以及三导联心电电极组成采集心电信号，心阻抗模块由仪表放大器4、工频滤波器5、检波电路6、高通滤波器7、高精度信号放大电路8、微分电路9、电压抬升模块10和四个电极片组成采集人体阻抗信号，而乳酸阈和脉搏波运动检测模块主要由红外光电传感14、光电探测电路15、脉搏波检测单元16以及人体乳酸阈检测模块17组成采集乳酸阈与脉搏波信号，加速度传感器11用于检测人体的状态是静卧还是运动，其所有的数据采集模块输出与信号处理模块（核心控制单元MCU）18输入连接，信号处理模块（核心控制单元MCU）18主要由ARM嵌入式系统组成，信号处理模块（核心控制单元MCU）18通过蓝牙模块19实现与上位机系统20通信与数据传输。通过心电、胸阻抗、乳酸阈、脉搏波以及运动状态等模块采集人体数据，并对信号滤波、放大等处理，将数据传输给上位机系统20，设计的软件界面，实时显示记录心电ECG阻抗ICG及其一阶微分、脉搏波及乳酸阈的变化。

[0028] 由于受到噪声（运动和呼吸等）干扰，运动情况下有用信息的信号受到影响，为此需要对信号进行去噪处理。本发明采用小波自适应滤波方法，具体方法如下：

[0029] 下位机实时上传的数据存储到上位机，而上位机软件对采集的信号进行小波自适应处理去噪，小波自适应噪声伪影去除框图如图3所示，对于仪器记录的信号： $S(n) = s(n) + n1(n)$ ， $s(n)$ 代表原始信号， $n1(n)$ 是噪声，将原始测量信号利用DWT进行分解，提取参考信号，将其作为自适应算法处理过程中其滤波器权重系数更新的参考。

[0030] 过程如下：

[0031] (1) 基于离散小波DWT一维信号处理，选Daubechies (dbN) 系列为小波基（大量实验发现选取db8效果最好）。

[0032] (2) 采用Daubechies系列 (dbN8) 对采集的信号进行分解，并对分解后每层的系数进行自适应阈值的量化，自动调节合适的阈值选取去除噪声，再多层小波重构使得周期性

的波形得以重复。

[0033] (3) 对于自适应阈值的量化选取,关系到去噪的效果,本系统基于最小均方差LMS法,其算法结构基本流程图如下图4所示,通过算法迭代使得理想信号 $d(n)$ 与输出信号 $y(n)$ 间误差最小化。

[0034] 一种可穿戴式多功能呼吸循环检测方法,包括以下步骤:

[0035] (1) 在上位工控机中建立有心电ECG信号模型、胸阻抗ICG信号模型、运动中有氧与无氧呼吸的临界功率理论模型、脉搏波信号模型以及心肺功能指标模型;所述的ECG信号模型主要检测分析人体信号波形,提取相应的心电ECG信号特征参数P、Q、R、S、T五个特征点;所述胸阻抗ICG信号模型分析检测人体阻抗信号,提取波形特征点A、B、C、X、O的位置;而运动中有氧与无氧呼吸的临界功率理论模型分析判断识别人体运动过程乳酸的产生;脉搏波信号模型分析人体脉搏波变化,提取脉搏波特征点a、b、c、d、e、f、g位置;心肺功能指标模型主要对各个信号模块采集的特征参数分析,计算出相应的心肺功能的指标参数;

[0036] (2) 通过信号采集模块将心电ECG、胸阻抗ICG、血乳酸以及脉搏波信号通过蓝牙模块上传上位工控机;

[0037] (3) 上位工控机对将实时同步采集的原始心电ECG、胸阻抗ICG、血乳酸以及脉搏波信号显示,通过小波自适应算法进行滤波,结合数字信号的量化技术处理,恢复波形去除干扰,结合建立各信号的分析模型输出人体信号的特征参数点并计算心肺功能指标参数,并可以实时显示。

[0038] 上位机可通过网络上传云平台服务器,云平台可大数据统计分析不同状态下使用者的心肺状况评估预测,心肺科室相关的临床医生可通过Web端权限访问心肺功能受限者的信息,并结合大数据分析结果进行精确的诊断分析康复治疗与运动健康指导。

[0039] 一种穿戴式多功能呼吸循环检测系统的云平台管理与应用服务的基本架构,以具有自主设计的心肺功能测试终端设备为支撑,以心肺功能测试结果作为评定依据,以物联网数据服务平台为依托,构建心肺功能检测,测试结果上传云平台,结合大数据分析对训练过程监测并预警,进行个性化康复干预处方,医护人员可通过web登录访问云平台服务器对个人长期的心肺健康信息进一步评估诊断给出康复治疗的策略并反馈给用户。

[0040] 基于一种穿戴式多功能呼吸循环检测系统与方法,基于高精度光电技术与软件技术、数字信号量化技术的发展结合物联网等技术构建而成,仪器便携实现对心肺功能无创连续运动检测,成本较低且降低市场推广难度。本发明一种穿戴式多功能呼吸循环检测系统拥有多个信号采集模块,可实现不同生理、病理信号的同步采集,能够实现对人体呼吸、血压、心排量和血乳酸等重要指标参数的测量,弥补国内心肺功能检测设备单一的问题,且通过构建云平台数据管理中心,为实现医院数据共享和远程检测与康复指导,具有较好的应用前景。

[0041] 进一步,所述信号处理模块采用ARM嵌入式系统。

[0042] 进一步,所述信号采集模块还包括多个运动电极片,所述运动电极片为7个,三导联用于获取人体的心电ECG信号,而胸阻抗ICG信号通过四个电极获取。

[0043] 进一步,所述心电ECG传感器采用三导联方式,所述胸阻抗ICG传感器,阻抗电路配置处理四个电极片的信号用于测量来自人体的阻抗信号,光电传感器及外围配置测量人体的上皮组织处乳酸阈和手处脉搏波信号。

[0044] 进一步,还包括云端服务器,所述的云端服务器可对仪器连续测量人体上传的数据进行存储、统计分析并评估用户的心肺功能状况,可自动生成心肺康复处方,然后临床医生远程通过Web端访问用户信息,进行更精细化的诊断并给出治疗方案与康复指导。本发明的可穿戴式多功能呼吸循环检测系统以计算机和云平台为心肺功能检测结果为处理核心,未来可进一步将计算机上的数据处理部分移植到云平台上存储、分析、诊断一体化的服务,结合临床医生通过互联网web访问,精细化诊断评估并反馈及给出康复治疗指导。

[0045] 进一步,所述下位机内还设有加速传感器,所述加速传感器信号输出端与控制模块输入端连接。

[0046] 进一步,所述心电ECG电传感模块由心电传感器与工频滤波器以及三导联心电电极组成采集心电信号;所述胸阻抗电传感模块由仪表放大器、工频滤波器、检波电路、高通滤波器、高精度信号放大电路、微分电路、电压抬升模块和电极片组成采集人体阻抗信号,所述乳酸阈和脉搏波运动检测模块主要由红外光电传感、光电探测电路、脉搏波检测单元以及人体乳酸阈检测模块组成采集乳酸阈与脉搏波信号。

[0047] 进一步,所述上位工控机内还包括安全告警系统,通过上位工控机软件显示心率、搏动量与心排量、血压与乳酸阈的变化波形,测定运动情况下人体的运动强度并超出阈值时及时告警。

[0048] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的特点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明的范围内。本发明要求保护的范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

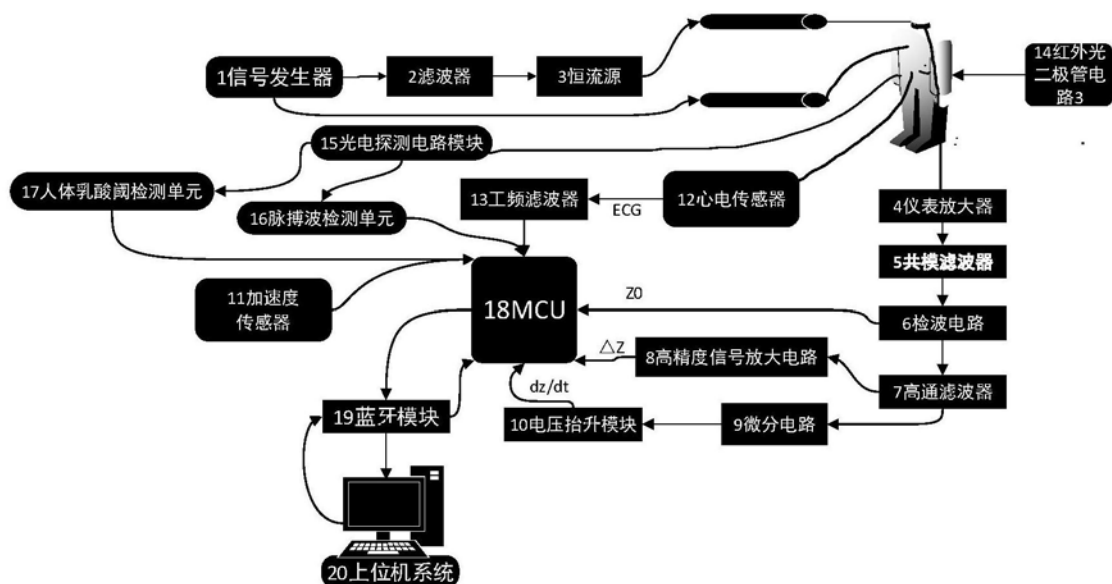


图1

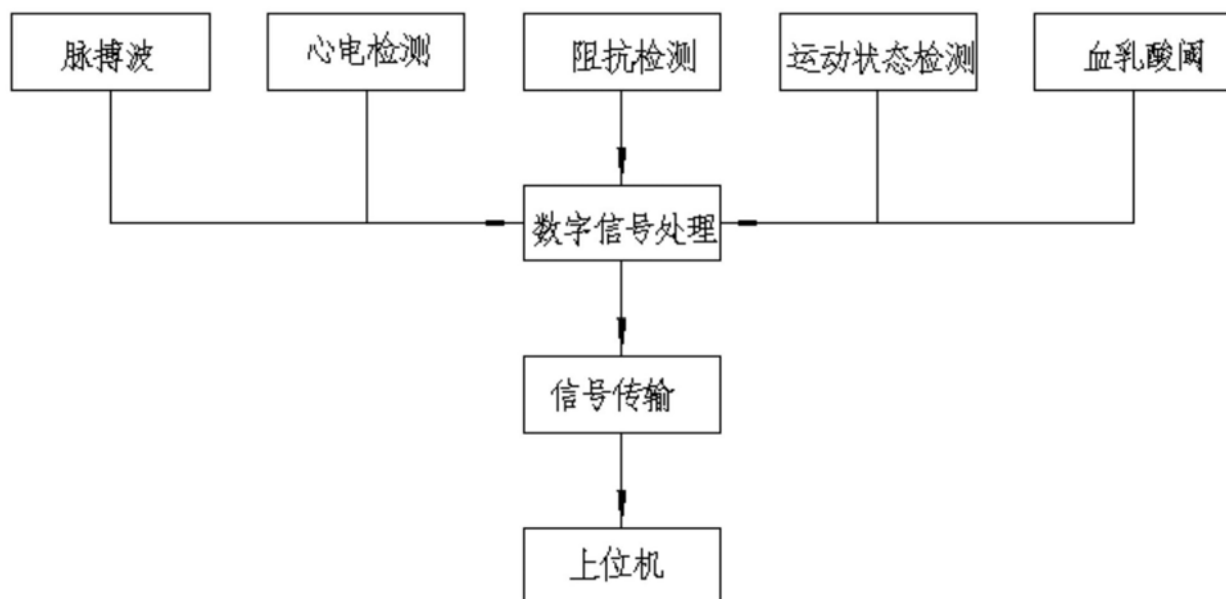


图2

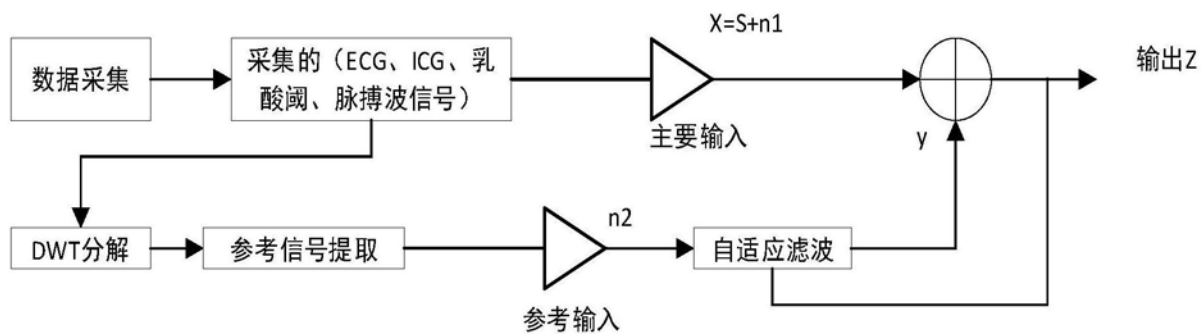


图3

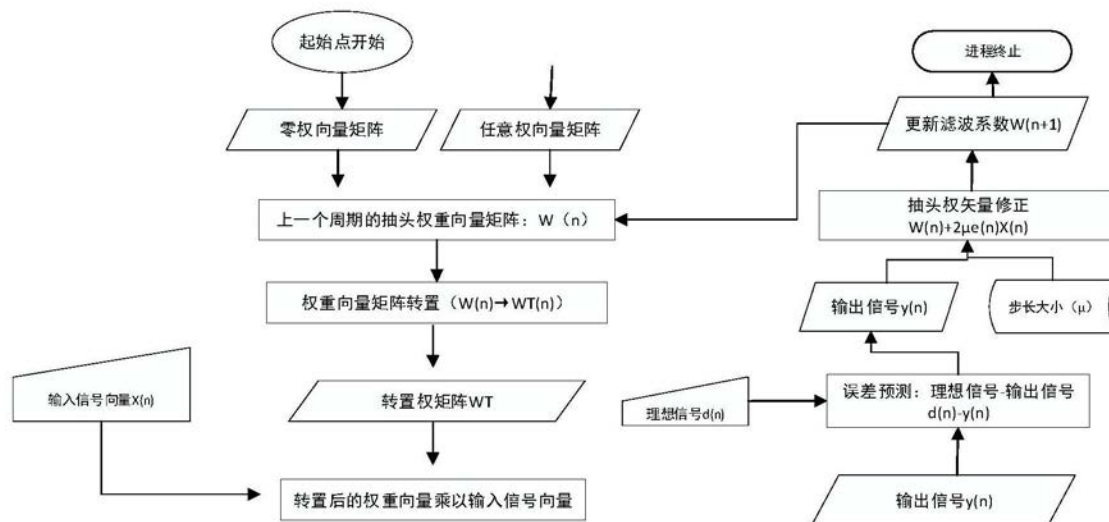


图4



图5

专利名称(译)	一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统及方法		
公开(公告)号	CN111084618A	公开(公告)日	2020-05-01
申请号	CN2019111282386.9	申请日	2019-12-13
[标]申请(专利权)人(译)	安徽通灵仿生科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	安徽通灵仿生科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	安徽通灵仿生科技有限公司		
[标]发明人	杨东 解启莲 李剑 徐小菊 王昆 解尧 陈宏凯 余洪龙 宋泽阳 李杨帅		
发明人	杨东 解启莲 李剑 徐小菊 王昆 解尧 陈宏凯 余洪龙 宋泽阳 李杨帅		
IPC分类号	A61B5/0402 A61B5/02 A61B5/053 A61B5/11 A61B5/00		
代理人(译)	张加宽		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明属于生物医学工程与电子技术及信息技术领域，具体涉及一种可穿戴式多功能呼吸循环检测系统及方法，包括上位工控机和下位机，所述下位机包括信号处理模块、信号采集模块和无线传输模块，所述的信号采集模块包括心电ECG电传感模块、胸阻抗电传感模块、血乳酸与脉搏波光电传感模块，所述下位机信号处理模块控制蓝牙模块将检测的信号传输到上位工控机；所述上位工控机包括信号处理计算机，所述信号处理计算机内设有心电ECG信号模型、胸阻抗ICG信号模型、运动中有氧与无氧呼吸的临界功率理论模型、脉搏波信号模型、心肺功能指标模型以及信号去噪处理系统，本发明可以在静止、呼吸、运动情况下较高精度测量人体的信号，仪器的抗干扰能力强。

