



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110558970 A

(43)申请公布日 2019.12.13

(21)申请号 201910953944.3

(22)申请日 2019.10.09

(71)申请人 烟台奇创医疗科技有限公司

地址 264006 山东省烟台市经济技术开发区珠江路32号2号楼309

(72)发明人 王伟江

(74)专利代理机构 烟台上禾知识产权代理事务所(普通合伙) 37234

代理人 赵加鑫

(51)Int.Cl.

A61B 5/04(2006.01)

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/0456(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

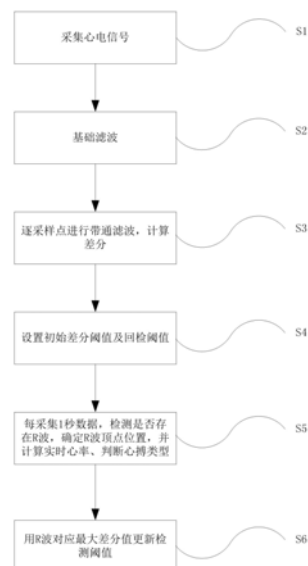
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法,步骤如下:S1、采集心电信号;S2、进行基础滤波;S3、对采集的心电信号逐采样点进行带通滤波,然后计算差分;S4、设置初始检测阈值及回检阈值:包括设置检测阈值的初始值,及以检测阈值的1/2作为回检阈值的初始值;S5、每采集一秒心电波形,通过检测阈值判断是否存在R波,确定R波顶点位置;若大于平均RR间期的7/4未检测到R波,用回检阈值进行R波回检;S6、每检测到一个R波,用R波对应的最大差分值更新检测阈值。由此,本发明有效消除动态心电信号较大的基线漂移,更好地保留了心电信号关键特征;有效的过滤掉了运动干扰、肌电干扰等外部因素,确保了对心电信号进行准确解析。



1. 一种用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法,其特征在于,步骤如下:

S1、采集心电信号;

S2、进行基础滤波;

S3、对采集的心电信号逐采样点进行带通滤波,然后计算差分;其中计算差分的公式为: $(x(i) - x(i-4))^2 + (x(i-1) - x(i-3))^2$, $x(i)$ 为心电信号的第 i 个采样点;

S4、设置初始检测阈值及回检阈值:将前3秒的差分数据分成8段,分别查找每一段的最大值记为 $X_{\max 1} \sim X_{\max 8}$,取 $X_{\max 1} \sim X_{\max 8}$ 的中值的 $11/32$ 作为检测阈值的初始值,检测阈值的 $1/2$ 作为回检阈值;

S5、每采集一秒心电波形,通过检测阈值判断是否存在R波,确定R波顶点位置;若大于平均RR间期的 $7/4$ 未检测到R波,用回检阈值进行R波回检;RR间期是相邻两个R波的时间差;

S6、每检测到一个R波,用R波对应的最大差分值更新检测阈值。

2. 根据权利要求1所述的用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法,其特征在于,所述步骤S2中的基础滤波包括高通滤波、50Hz工频滤波、低通滤波,其中高通滤波截止频率0.26Hz,阶数为2;工频滤波通带上下限为49.5Hz、52Hz,衰减系数0.5,阻带上下限为50Hz、51.5Hz,衰减系数3,滤波器阶数为6;低通滤波截止频率40Hz,阶数为3。

3. 根据权利要求1或2所述的用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法,其特征在于,根据检测到的相邻两个R波,实时计算RR间期。

4. 根据权利要求3所述的用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法,其特征在于,根据检测到的相邻两个R波,实时计算心率:心率 = $60/RR$ 间期。

5. 根据权利要求4所述的用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法,其特征在于,根据检测到的R波,实时判断是否存在心率失常,具体步骤如下:

SS1、判断是否有漏搏或停搏情况;所述漏搏的判断标准是RR间期大于1.5秒,即两次心搏间隔大于1.5秒;所述停搏的判断标准是连续3秒未检测到R波,即连续3秒未检测到心脏搏动;

SS2、每检测到一个R波,判断心搏类型;

SS2-1、计算基准间期,用最新5个窦性心搏间期的平均值,作为基准间期;

SS2-2、按下式计算相关距离

$$1 - \left(\sum_{i=1}^N (x(i) - \bar{x})(y(i) - \bar{y}) / \left(\sqrt{\sum_{i=1}^N (x(i) - \bar{x})^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^N (y(i) - \bar{y})^2} \right) \right)$$

其中, x 是窦性模板心搏, y 是当前心搏, x 和 y 长度均为 N ,二者R波顶点对齐,取当前心搏与前面3个窦性心搏分别计算得3个相关距离,取中值作为最终的相关距离;

SS2-3、根据间期提前率、相关距离、心搏幅度、心搏宽度判断心搏类型:

i. 如果,心搏提前10%且相关距离大于0.1,或心搏提前10%且R幅度高,或相关距离大于0.1且R幅度高且QRS宽度大,则为室性心搏;

ii. 否则,如果心搏提前20%,则为房性早搏;

iii. 否则,为窦性心搏;

SS3、根据心搏类型及RR间期判断是否窦性异常,所述窦性异常包括窦性心动过速和窦性心动过缓;其中窦性心动过速判断标准为连续3个或以上窦性心搏,心率都大于100;窦性心率过缓判断条件为连续3个或以上窦性心搏,心率都小于60;

SS4、根据心搏类型及RR间期判断是否室性异常；所述室性异常包括单个室性，成对室性，室速，室性二联律，室性三联律；其中，室速判断标准是连续3个或以上室性心搏；室性二联律判断标准为窦性心搏+室性心搏连续3对或以上；室性三联律判断条件为窦性心搏+室性心搏+室性心搏连续3对或以上；

SS5、根据心搏类型及RR间期判断是否房性早搏异常。所述房性早搏异常包括单个房早，成对房早，房速，房早二联律，房早三联律；其中，房速判断标准是连续3个或以上房早心搏；房早二联律判断标准为窦性心搏+房早心搏连续3对或以上；房早三联律判断标准为窦性心搏+窦性心搏+房早心搏连续3对或以上；

SS6、每检测10个心搏，根据各RR间期判断是否有房颤；所述房颤的检测标准是连续的10个心搏心率绝对不等。

6. 根据权利要求5所述的用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法，其特征在于，对每一秒内的检测结果进行统计，包括心跳次数、位置、心搏类型、RR间期。

7. 根据权利要求5所述的用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法，其特征在于，采集结束后，统计计算整个监测过程中的平均心率、最快心率、最慢心率，过快心率比例、稍快心率比例、正常心率比例、稍慢心率比例、过慢心率比例；其中过快心率是指心率超过120，稍快心率是指超过100，稍慢心率是指低于60，过慢心率是指低于50，比例为各自所占全部心搏的比例，并形成报告。

一种用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法

技术领域

[0001] 本发明涉及心电信号分析领域,尤其涉及一种用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法。

背景技术

[0002] 随着经济发展,健康问题越来越成为人们的关注焦点。据统计,心血管疾病发病率不断升高,心脏病也已成为威胁生命健康的主要疾病。心电信号是心脏病诊断最直接的手段,可直接反映心脏节律及各部位生理状况。对心电信号分析是目前医学领域的研究重点。

[0003] 传统的心电信号的测试多为静态采集,即通过在人体上贴敷电极贴,通过导线与监护设备相连,被测人员静卧床上,一般持续几分钟到数小时,这种方法极大的占据了医护人员和病人的时间。

[0004] 通过将心电监护仪集成到穿戴式智能内衣内,使智能内衣具有心电监护功能,具有舒适、便携、实时、监护时长不受限制等特点,是心电监护新的发展方向。但是穿戴式心电监护仪是在人们日常生活运动的状态下进行测量,相对于静态采集而言,引入了很多干扰因素,比如运动干扰、肌电干扰等,这类干扰信号的加入获得的心电图,是静态采集心电监护仪所无法识别的,所以目前需要一种新的处理穿戴式心电监护仪检测到的心电图的方法,以便能更好的滤除新引进的干扰因素,保留心电图中有用的信息。

[0005] 如图2所示,一个正常的心电心搏波形主要包括P波、QRS波群和T波,其中各波形及波段时间和形态都代表了心脏各部分的活动,具体如下:

[0006] P波:P波代表左、右心房肌除极过程的电位变化,P波小而圆盾,正常的P波宽度范围0.08~0.11秒,肢体导联的振幅不超过0.25mv。

[0007] QRS波群:又叫QRS综合波群,代表左、右心室去极化过程的电位变化。典型的QRS波群由三个波段组成,第一个波方向向下,称为Q波,第二个波方向向上、形状高而尖锐,称为R波,最后一个波方向向下,称为S波,正常QRS波群宽度0.06~0.1秒。

[0008] T波:T波代表心室复极化过程中的电位变化,幅值不小于R波的1/10,方向与QRS主波方向一致,宽度一般为0.05~0.25秒。

[0009] T_{P-R} 即P-R间期:从P波起点到QRS综合波群起点的时间间隔,它代表心房激动开始到心室激动开始的时间,即代表心房、心室之间兴奋传导的时间。其时间范围为0.12~0.2秒,儿童不应超过0.19秒。当房室传导阻滞时,P-R间期延长。

[0010] S-T段:从QRS波群终点到T波起点之间的波段,它接近基线,代表心室缓慢的复极过程。

[0011] T_{Q-T} 即Q-T间期:从QRS综合波群起点到T波终点的时间间期,它代表心室从开始兴奋、除极,到完全恢复静息状态所需的时间,与心率快慢有关。

[0012] 心电信号组成波形及其间期代表了心脏各部分活动状况,用于诊断各种心律失常及其他心血管疾病。在大多数情况下,疾病初发阶段,心脏的异常电生理活动频率交低,常规心电记录仪难以捕捉到心脏的异常电生理活动,故此,长时间对病人进行心电监测具有

重要的意义。穿戴式医疗技术可长时间佩戴进行日常生活状态下的心电监护,实时分析心电波形,异常预警,医生远程监护并及时沟通给出就医建议,但是在运动状态下检测信号时,会引入运动干扰和肌电干扰等因素,如何将这些外部干扰因素滤除,准确辨识出R波所在位置,是穿戴式心电监护方法急需解决的问题。

发明内容

[0013] 本发明所要解决的技术问题是:如何有效分析运动状态下采集到的动态心电图。

[0014] 对于心电图的解析,最核心的是确定R波的位置,为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:

[0015] 一种用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法,包括以下步骤:

[0016] S1、采集心电信号;

[0017] S2、进行基础滤波;

[0018] S3、对采集的心电信号逐采样点进行带通滤波,然后计算差分;其中计算差分的公式: $(x(i) - x(i-4))^2 + (x(i-1) - x(i-3))$; 其中 $x(i)$ 为心电信号的第 i 个采样点;

[0019] S4、设置初始检测阈值及回检阈值:将前3秒的差分数据分成8段,分别查找每一段的最大值记为 $X_{\max 1} \sim X_{\max 8}$,取 $X_{\max 1} \sim X_{\max 8}$ 的中值的 $11/32$ 作为检测阈值的初始值,检测阈值的 $1/2$ 作为回检阈值;

[0020] S5、每采集一秒心电波形,通过检测阈值判断是否存在R波,确定R波顶点位置;若大于平均RR间期的 $7/4$ 未检测到R波,用回检阈值进行R波回检;RR间期是相邻两个R波的时间差;平均RR间期初始值设置为3秒;

[0021] S6、每检测到一个R波,用R波对应的最大差分值更新检测阈值。

[0022] 本发明所获得的有益效果是:

[0023] 有效地消除动态心电信号较大的基线漂移,更好地保留了心电信号关键特征;有效的过滤掉了运动干扰、肌电干扰等外部因素,确保了对运动状态下采集到的心电信号进行准确解析。

[0024] 在上述方案基础上,本方案还可以做如下改进。

[0025] 进一步地,所述步骤S2中的基础滤波包括高通滤波、50Hz工频滤波、低通滤波,其中高通滤波截止频率0.26Hz,阶数为2;工频滤波通带上下限为49.5Hz、52Hz,衰减系数0.5,阻带上下限为50Hz、51.5Hz,衰减系数3,滤波器阶数为6;低通滤波截止频率40Hz,阶数为3。

[0026] 进一步地,根据检测到的相邻两个R波,实时计算RR间期,RR间期是指相邻两个R波的时间差;

[0027] 进一步地,根据检测到的相邻两个R波,实时计算心率:心率=60秒/RR间期,其中RR间期单位是秒。

[0028] 进一步地,根据检测到的R波,判断是否存在心率失常,具体步骤如下:

[0029] SS1、判断是否有漏搏或停搏情况;所述漏搏的判断标准是RR间期大于1.5秒,即两次心搏间隔大于1.5秒;所述停搏的判断标准是连续3秒未检测到R波,即连续3秒未检测到心脏搏动。

[0030] SS2、每检测到一个R波,判断心搏类型;

[0031] SS2-1、计算基准间期,用最新5个窦性心搏间期的平均值,作为基准间期,若窦性

心搏间期不足5个,以窦性心搏模板间期补充。

[0032] SS2-2、按下式计算相关距离

$$[0033] \quad 1 - \left(\sum_{i=1}^N (x(i) - \bar{x})(y(i) - \bar{y}) / \left(\sqrt{\sum_{i=1}^N (x(i) - \bar{x})^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^N (y(i) - \bar{y})^2} \right) \right)$$

[0034] 其中,x是窦性模板心搏,y是当前心搏,x和y长度均为N,二者R波顶点对齐。取当前心搏与前面3个窦性心搏分别计算得3个相关距离,取中值作为最终的相关距离。

[0035] SS2-3、根据间期提前率、相关距离、心搏幅度、心搏宽度判断心搏类型:

[0036] i. 如果,心搏提前10%且相关距离大于0.1,或心搏提前10%且R幅度超过正常参考值1.2毫伏及以上,或相关距离大于0.1且R幅度高且QRS宽度超正常参考值0.10s及以上,则判断为室性心搏;

[0037] ii. 否则,如果心搏提前20%,则为房性早搏;

[0038] iii. 否则,为窦性心搏。

[0039] SS3、根据心搏类型及RR间期判断是否窦性异常,所述窦性异常包括窦性心动过速和窦性心动过缓;其中窦性心动过速判断标准为连续3个或以上窦性心搏,心率都大于100;窦性心率过缓判断条件为连续3个或以上窦性心搏,心率都小于60。

[0040] SS4、根据心搏类型及RR间期判断是否室性异常。所述室性异常包括单个室性,成对室性,室速,室性二联律,室性三联律。其中,室速判断标准是连续3个或以上室性心搏;室性二联律判断标准为窦性心搏+室性心搏连续3对或以上;室性三联律判断条件为窦性心搏+窦性心搏+室性心搏连续3对或以上。

[0041] SS5、根据心搏类型及RR间期判断是否房性早搏异常。所述房性早搏异常包括单个房早,成对房早,房速,房早二联律,房早三联律。其中,房速判断标准是连续3个或以上房早心搏;房早二联律判断标准为窦性心搏+房早心搏连续3对或以上;房早三联律判断标准为窦性心搏+窦性心搏+房早心搏连续3对或以上。

[0042] SS6、每检测10个心搏,根据各RR间期判断是否有房颤。所述房颤的检测标准是连续的10个心搏心率绝对不等,即RR间期缩短不规则,且连续出现10个以上QRS波为房颤。

[0043] 进一步地,对每一秒内的检测结果进行统计,包括心跳次数、位置、心搏类型、RR间期。

[0044] 进一步地,采集结束后,统计计算整个监测过程中的平均心率、最快心率、最慢心率,过快心率比例、稍快心率比例、正常心率比例、稍慢心率比例、过慢心率比例;其中过快心率是指心率超过120,稍快心率是指超过100,稍慢心率是指低于60,过慢心率是指低于50,比例为各自所占全部心搏的比例并形成报告。

[0045] 与现有技术相比,本发明具有如下技术效果:

[0046] 有效地消除动态心电信号较大的基线漂移,更好地保留了心电信号关键特征;有效的过滤掉了运动干扰、肌电干扰等外部因素,确保了对运动状态下采集到的心电信号进行准确解析,准确的辨识出R波所在位置,并根据检测到的每个R波实时更新心电数据,为使用者和医生了解自身身体状况提供了有力的数据支撑。

附图说明

[0047] 图1为本发明的用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法的流程示意图;

- [0048] 图2为正常心电图的示意图；
- [0049] 附图中部分标号所代表的意义如下：
- [0050] P、P波；
- [0051] Q、Q波；
- [0052] R、R波；
- [0053] S、S波；
- [0054] T、T波；
- [0055] P-R、P-R段；
- [0056] S-T、S-T段；
- [0057] T_{P-R} 、P-R间期；
- [0058] T_{Q-T} 、Q-T间期。

具体实施方式

[0059] 以下结合附图对本发明的原理和特征进行描述，所举实例只用于解释本发明，并非用于限定本发明的范围。

[0060] 请参照图1所示，其为本发明的用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法的结构示意图。所述用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法包括以下步骤：

[0061] S1、采集心电信号；

[0062] S2、进行基础滤波；所述基础滤波包括高通滤波、50Hz工频滤波、低通滤波，其中高通滤波截止频率0.26Hz，阶数为2；工频滤波通带上下限为49.5Hz、52Hz，衰减系数0.5，阻带上下限为50Hz、51.5Hz，衰减系数3，滤波器阶数为6；低通滤波截止频率40Hz，阶数为3。

[0063] S3、对采集的心电信号逐采样点进行带通滤波，然后计算差分；其中计算差分的公式： $(x(i) - x(i-4))^2 + (x(i-1) - x(i-3))$ ；其中 $x(i)$ 为心电信号的第 i 个采样点；

[0064] S4、设置初始检测阈值及回检阈值：将前3秒的差分数据分成8段，分别查找每一段的最大值记为 $X_{\max 1} \sim X_{\max 8}$ ，取 $X_{\max 1} \sim X_{\max 8}$ 的中值的 $11/32$ 作为检测阈值的初始值，检测阈值的 $1/2$ 作为回检阈值；

[0065] S5、每采集一秒心电波形，通过检测阈值判断是否存在R波，确定R波顶点位置；根据检测到的相邻两个R波，实时计算RR间期，RR间期是指相邻两个R波的时间差；

[0066] 若大于平均RR间期的 $7/4$ 未检测到R波，用回检阈值进行R波回检；RR间期是相邻两个R波的时间差；平均RR间期初始值设置为3秒；

[0067] 根据检测到的相邻两个R波，实时计算心率：心率=60秒/RR间期，其中RR间期单位是秒。

[0068] S6、每检测到一个R波，用R波对应的最大差分值更新检测阈值。

[0069] 进一步地，根据检测到的R波，判断是否存在心率失常，具体步骤如下：

[0070] SS1、判断是否有漏搏或停搏情况；所述漏搏的判断标准是RR间期大于1.5秒，即两次心搏间隔大于1.5秒；所述停搏的判断标准是连续3秒未检测到R波，即连续3秒未检测到心脏搏动。

[0071] SS2、每检测到一个R波，判断心搏类型；

[0072] SS2-1、计算基准间期，用最新5个窦性心搏间期的平均值，作为基准间期，若窦性

心搏间期不足5个,以窦性心搏模板间期补充。

[0073] SS2-2、按下式计算相关距离

$$[0074] \quad 1 - \left(\sum_{i=1}^N (x(i) - \bar{x})(y(i) - \bar{y}) / \left(\sqrt{\sum_{i=1}^N (x(i) - \bar{x})^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^N (y(i) - \bar{y})^2} \right) \right)$$

[0075] 其中,x是窦性模板心搏,y是当前心搏,x和y长度均为N,二者R波顶点对齐。取当前心搏与前面3个窦性心搏分别计算得3个相关距离,取中值作为最终的相关距离。

[0076] SS2-3、根据间期提前率、相关距离、心搏幅度、心搏宽度判断心搏类型:

[0077] i. 如果,心搏提前10%且相关距离大于0.1,或心搏提前10%且R幅度超过正常参考值1.2毫伏及以上,或相关距离大于0.1且R幅度高且QRS宽度超正常参考值0.10s及以上,则判断为室性心搏;

[0078] ii. 否则,如果心搏提前20%,则为房性早搏;

[0079] iii. 否则,为窦性心搏。

[0080] SS3、根据心搏类型及RR间期判断是否窦性异常,所述窦性异常包括窦性心动过速和窦性心动过缓;其中窦性心动过速判断标准为连续3个或以上窦性心搏,心率都大于100;窦性心率过缓判断条件为连续3个或以上窦性心搏,心率都小于60。

[0081] SS4、根据心搏类型及RR间期判断是否室性异常。所述室性异常包括单个室性,成对室性,室速,室性二联律,室性三联律。其中,室速判断标准是连续3个或以上室性心搏;室性二联律判断标准为窦性心搏+室性心搏连续3对或以上;室性三联律判断条件为窦性心搏+窦性心搏+室性心搏连续3对或以上。

[0082] SS5、根据心搏类型及RR间期判断是否房性早搏异常。所述房性早搏异常包括单个房早,成对房早,房速,房早二联律,房早三联律。其中,房速判断标准是连续3个或以上房早心搏;房早二联律判断标准为窦性心搏+房早心搏连续3对或以上;房早三联律判断标准为窦性心搏+窦性心搏+房早心搏连续3对或以上。

[0083] SS6、每检测10个心搏,根据各RR间期判断是否有房颤。所述房颤的检测标准是连续的10个心搏心率绝对不等,即RR间期缩短不规则,且连续出现10个以上QRS波为房颤。

[0084] 对每一秒内的检测结果进行统计,包括心跳次数、位置、心搏类型、RR间期。采集结束后,统计计算整个监测过程中的平均心率、最快心率、最慢心率,过快心率比例、稍快心率比例、正常心率比例、稍慢心率比例、过慢心率比例;其中过快心率是指心率超过120,稍快心率是指超过100,稍慢心率是指低于60,过慢心率是指低于50,比例为各自所占全部心搏的比例并形成报告。

[0085] 本发明的用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法有效地消除动态心电信号较大的基线漂移,更好地保留了心电信号关键特征;有效的过滤掉了运动干扰、肌电干扰等外部因素,确保了对运动状态下采集到的心电信号进行准确解析。

[0086] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

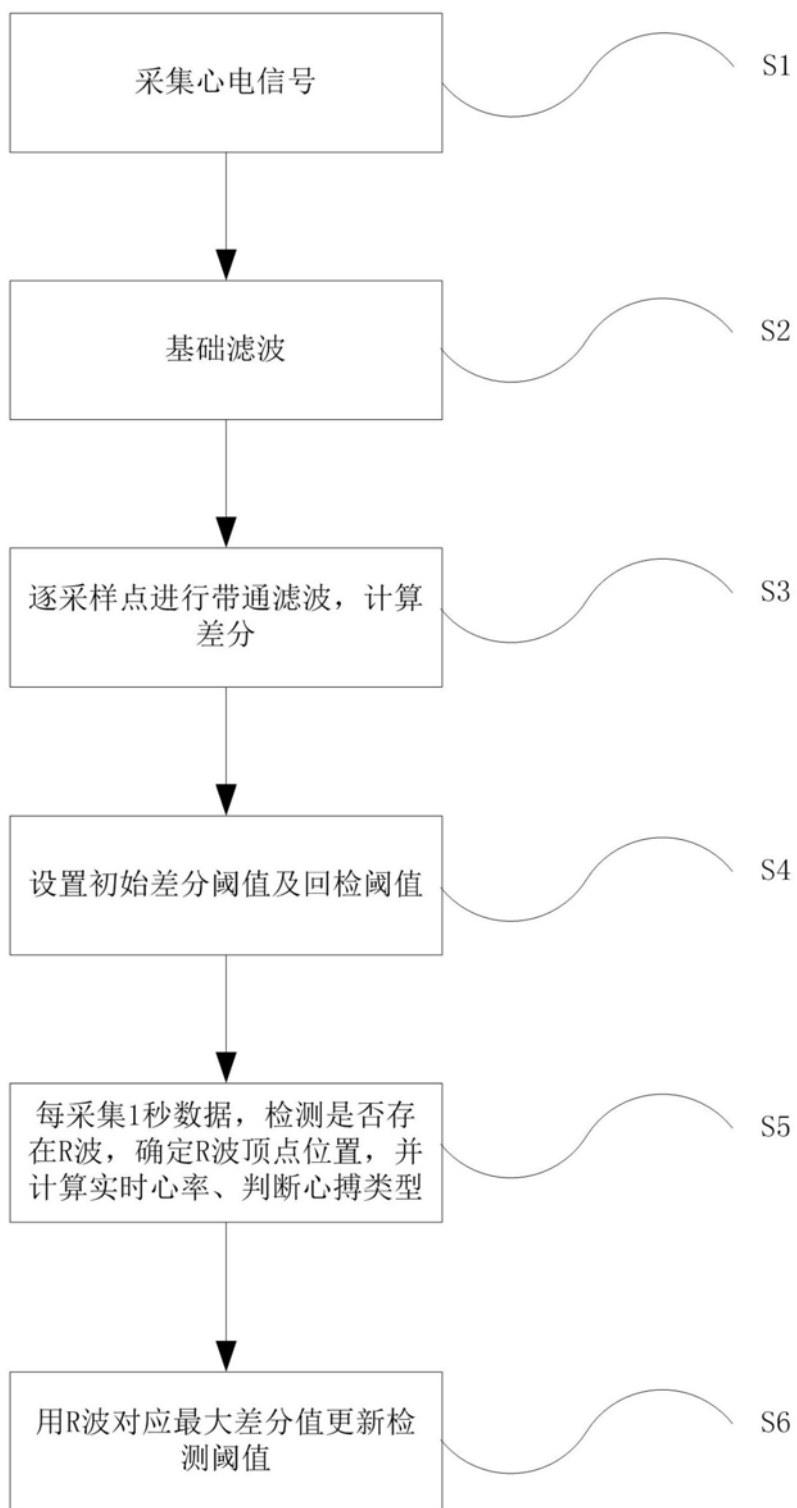


图1

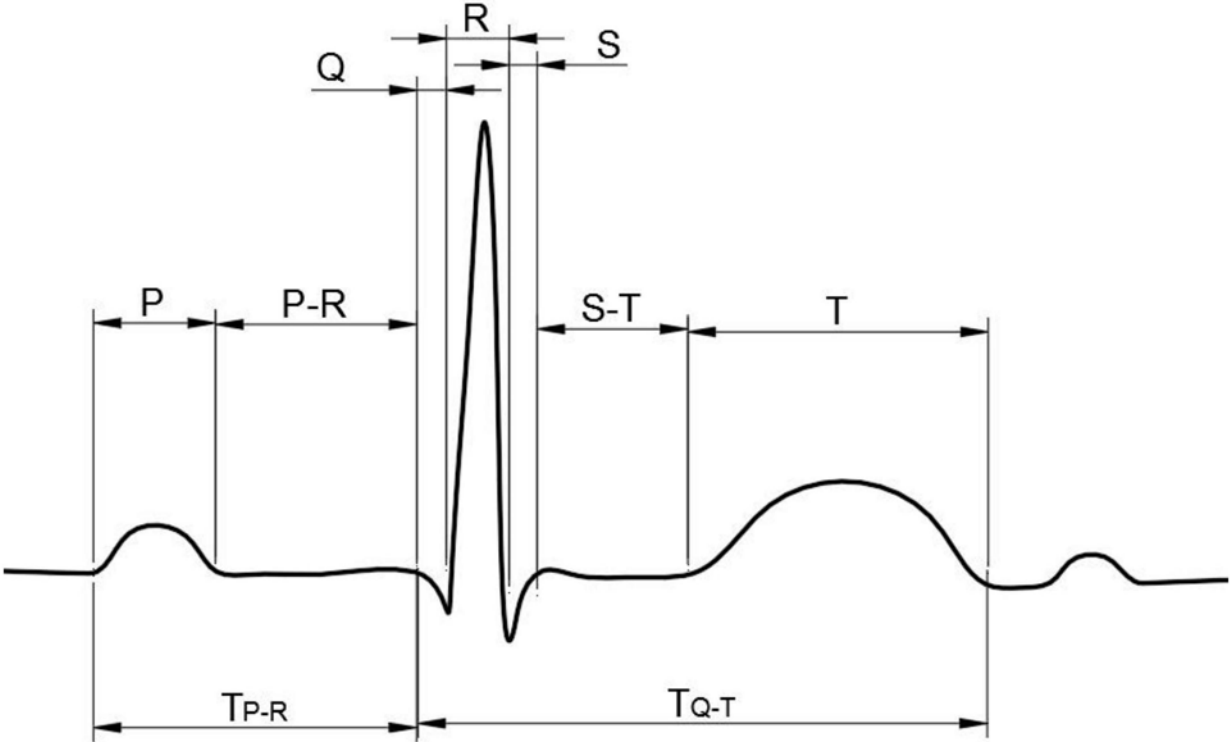


图2

专利名称(译)	一种用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法		
公开(公告)号	CN110558970A	公开(公告)日	2019-12-13
申请号	CN201910953944.3	申请日	2019-10-09
[标]发明人	王伟江		
发明人	王伟江		
IPC分类号	A61B5/04 A61B5/0402 A61B5/0456 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/0402 A61B5/0456 A61B5/6805 A61B5/7203 A61B5/7207		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种用于穿戴式智能内衣的心电信号分析方法，步骤如下：S1、采集心电信号；S2、进行基础滤波；S3、对采集的心电信号逐采样点进行带通滤波，然后计算差分；S4、设置初始检测阈值及回检阈值：包括设置检测阈值的初始值，及以检测阈值的1/2作为回检阈值的初始值；S5、每采集一秒心电波形，通过检测阈值判断是否存在R波，确定R波顶点位置；若大于平均RR间期的7/4未检测到R波，用回检阈值进行R波回检；S6、每检测到一个R波，用R波对应的最大差分值更新检测阈值。由此，本发明有效消除动态心电信号较大的基线漂移，更好地保留了心电信号关键特征；有效的过滤掉了运动干扰、肌电干扰等外部因素，确保了对心电信号进行准确解析。

