

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
A61B 5/00 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510087134.2

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 100413461C

[22] 申请日 2005.7.26

[21] 申请号 200510087134.2

[73] 专利权人 中国人民解放军空军航空医学研究所

地址 100036 北京市海淀区阜成路 28 号

共同专利权人 北京新兴阳升科技有限公司

[72] 发明人 俞梦孙 吴峰 杨福生 陶祖莱  
谢敏

[56] 参考文献

多分辨分析提取心率变异性中的睡眠结构信息. 杨军, 俞梦孙, 王宏山. 北京生物医学工程, 第 21 卷第 2 期. 2002

审查员 栾志超

[74] 专利代理机构 北京中北知识产权代理有限公司  
代理人 吴立

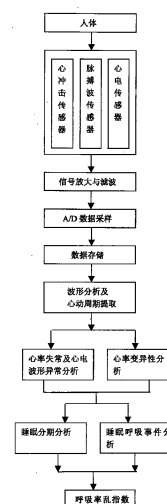
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种获取呼吸暂停事件和睡眠结构图信息的方法

[57] 摘要

一种获取呼吸暂停事件和睡眠结构图信息的方法, 其特征在于: 先获取人体整个睡眠期间的心动周期序列, 进行等间隔重新采样处理, 再进行波形分析及心动周期提取, 然后通过“分层次、多方法整合”的信号处理技术, 分别从中挖掘出每个呼吸暂停事件和整个睡眠过程的睡眠结构图, 从中获取与呼吸紊乱指数相关的信息—呼吸暂停事件次数和睡眠总时间。本发明方法与传统检测方法相比较, 有很高的相关性, 并具有操作方便、费用低廉、对病人干扰小的优点, 本发明装置采用心电 Holter, 可增加普通心电 Holter 的应用功能。



1、一种获取呼吸暂停事件和睡眠结构图信息的方法，其特征在于：先获取人体整个睡眠期间的心动周期序列，进行等间隔重新采样处理，再进行波形分析及心动周期提取，然后通过“分层次、多方法整合”的信号处理技术，分别从中挖掘出每个呼吸暂停事件和整个睡眠过程的睡眠结构图；

所述呼吸暂停事件的检出方法是：根据各类呼吸暂停事件发生过程中心率变异性变化的规律，将各类呼吸暂停事件心率变异性的变化分成四种类型，即上升型、平稳型、下降型和混合型四种，并根据无论哪种呼吸事件在每次结束时一般均带有短时间心率变快的过程，在确定为一次呼吸暂停时，应用在心率变异性曲线中判断是否存在呼吸性窦心律不齐有关，如存在则属阻塞性呼吸事件，如消失，则属中枢性呼吸事件；

所述整个睡眠过程的睡眠结构图的获取方法是：根据睡眠过程中心动周期各种动态特征参数与睡眠结构的关系的分析结果，利用心动周期信号获取下述动态特征参数：

- (1)、心动周期随时间的平均值；
- (2)、极低频成分能量
- (3)、低频成分能量
- (4)、高频成分能量
- (5)、呼吸暂停成分能量
- (6)、极低频成分能量占总能量的比值
- (7)、低频成分能量占总能量的比值
- (8)、高频成分能量占总能量的比值
- (9)、呼吸暂停成分能量与总能量的比值
- (10)、极低频成分能量与高频成分能量之比
- (11)、低频成分能量与高频成分能量之比；

用上述 11 种主要动态特征参数与睡眠分期的关系，对睡眠过程中的醒、浅睡、深睡、快速眼动期四种睡眠分期进行分类，达到整个睡眠过程中

---

睡眠结构的获取。

2、根据权利要求1所述的获取呼吸暂停事件和睡眠结构图信息的方法，其特征在于：通过检测到的实时动态心电信号，和/或心冲击图信号，和/或脉搏波信号获取心动周期序列。

## 一种获取呼吸暂停事件和睡眠结构图信息的方法

### 技术领域

本发明涉及一种用于获取与临床诊断数据相关信息的方法，具体涉及一种获取与呼吸紊乱指数相关信息的方法。

### 背景技术

睡眠呼吸暂停低通气综合征（Sleep Apnea Hypopnea Syndrome, SAHS）是一种常见的睡眠呼吸障碍性疾病，具有严重的潜在危险，严重影响病人的睡眠质量，并可导致多种并发症，资料显示，目前我国约有 3000 万人患有 SAHS。目前的临床诊断方法是通过多导睡眠图仪（PSG）来记录整晚睡眠的多路生理信号并进行分析，以获得病人的整晚睡眠结构和睡眠呼吸事件，进而获得睡眠呼吸暂停低通气综合征的重要诊断数据—呼吸紊乱指数等定量指标，并利用这些定量指标来进行病情判定。

睡眠呼吸暂停低通气指数（Apnea Hypopnea Index, AHI），或称为呼吸紊乱指数（Respiratory Disturbance, RDI），AHI（RDI）的表达式为：

$$(\text{整晚睡眠呼吸暂停次数} + \text{整晚低通气次数}) / \text{睡眠总时间 (小时)}$$

因此，睡眠结构和睡眠呼吸事件（包含睡眠呼吸暂停次数和低通气次数）信息的获得是诊断 SAHS 的关键。

美国加州大学脑研究所 Rechtschaffen 和 Kales 于 1968 年提出的睡眠分期标准（简称 R&K 标准），已被世界上大多数学者所接受，目前已广泛应用于临床和科研。该标准判断睡眠分期需要三项指标：即脑电图 (EEG)、眼动图 (EOG) 和肌电图 (EMG)。到目前为止，临床中为获取睡眠结构和睡眠呼吸事件均采用检测上述三种数据的方法，这种数据检测的方法很繁琐，PSG 参数的记录需要给病人粘贴多达十几个电极，为了获得睡眠结构，一般需要同时测量 5 路信号，即两路脑电、两路眼动电和一路颈肌电信号；为了检测睡眠呼吸事件需要同时测量病人的口鼻气流、胸呼吸、腹呼吸和血氧饱和度等

生理信号，不但操作复杂、费用昂贵，而且影响病人的正常睡眠，给病人带来诸多不便，也不能很好的反映病人的实际病况。据估计，当前仅中重度阻塞性呼吸暂停综合征病人，就有 93%的男性和 82%的女性得不到诊断。

## 发明内容

本发明要解决的问题是提供一种操作方便、费用低廉、对病人干扰小的用于获取呼吸暂停事件和睡眠结构图信息的方法。

为达上述目的，本发明采用的方法是：先获取人体整个睡眠期间的心动周期序列，并进行等间隔重新采样处理，进行波形分析及心动周期提取，然后通过“分层次、多方法整合”的信号处理技术，分别从中挖掘出每个呼吸暂停事件和整个睡眠过程的睡眠结构图。。

进一步方案是：通过检测实时动态心电信号和/或心冲击图信号和/或脉搏波信号获取所述的心动周期序列。

本发明所使用的硬件装置为：设有实时记录系统和回放分析系统，所述的实时记录系统设有导联线，导联线一端设有心电传感器和/或心冲击传感器和/或脉搏波传感器，另一端与能够实时连续同步记录导联的传感信号的记录器连接，记录器输出端与回放分析系统连接，所述的回放分析系统为能够支持动态心电图分析软件运行的计算机或心电工作站，所述的计算机或心电工作站设有鼠标或键盘输入装置、显示屏和打印装置。

上述硬件装置实时记录系统的优选方案是心电 Holter。

本发明通过对人体整个睡眠阶段的心动周期序列进行分析来得到睡眠呼吸障碍性疾病诊断所需的信息—呼吸暂停事件和整个睡眠过程的睡眠结构，是基于对各类呼吸暂停事件发生过程中心率变异性变化规律的发现性研究，和对健康人或 SAS 病人在睡眠过程中心动周期各种动态特征参数与睡眠结构（用 R&K 专家判定结果）之相关分析的研究结果，该研究发现：心动周期中蕴含着可提取的与 AHI 相关的信息，所以可通过对相应数据的分析和处理，从中获取睡眠结构图和睡眠呼吸暂停事件，从获取的睡眠结构图和呼吸暂停事件可以统计得到睡眠总时间和呼吸暂停事件的次数，为进一步获得呼吸紊乱指数 AHI 提供计算数据（ $AHI = \text{呼吸暂停次数} / \text{睡眠总时间}$ ）。

本发明方法通过人体整个睡眠阶段的心动周期序列图，即可从中挖掘出睡眠结构图和睡眠呼吸暂停事件信息，从挖掘出的睡眠结构图和呼吸暂停事件信息可以获取睡眠总时间和呼吸暂停事件的次数，从而可为进一步获得呼吸紊乱指数 AHI（ $AHI = \text{呼吸暂停次数} / \text{睡眠总时间}$ ）提供计算数据，与传统检测分析方法相比较，有很高的相关性，本发明的呼吸事件检出率与典型的 PSG 相比，相关系数  $\geq 0.98$ ，所提供的睡眠结构图与典型的 PSG 专家分析结果相比，符合率在 0.8 以上，并具有操作方便、费用低廉、对病人干扰小的优点，此外由于从现有的心电图可获取本发明方法所需的数据，因此增强了心电图的应用功能。

本发明方法所采用的装置减少了检测电极数量，简化了 SAHS 的检查手段，降低了检查费用，而且减少了病人检查时的生理、心理负荷，由于本发明方法所采用的装置可直接利用现有的心电 Holter，从而增加了普通心电 Holter 的应用功能，使其不仅可用于心电检测，还可用于呼吸紊乱指数信息的获取。

#### 附图说明

图 1、本发明方法实施例方框示意图

图 2、本发明实施例呼吸事件检出方法方框示意图

图 3、本发明实施例获取睡眠结构方法的方框示意图

#### 具体实施方案：

本例采用心电 Holter 作为实时记录系统实施本发明方法，所述心电 Holter 记录系统设有导联线和记录器，导联线传感部件端设有心电传感器、脉搏波传感器，所述的记录器能实时、准确地连续同步记录多个导联的传感信号。

本发明方法的实施过程是：

#### 一、动态心电信号的获取，参见图 1

- 1、通过心电 Holter 的心电传感器和脉搏波传感器，获取人体整晚睡眠过程的实时动态心电信号和脉搏波信号，并通过导联线输入到记录器；
- 2、记录器将接收到的传感信号放大、滤波，进行 A/D 数据转换；

### 3、将经过 A/D 数据转换的采样信息存到存储器；

本记录器能实时、准确地连续同步记录至少一路导联的心电信号，用其获取和记录人体在自然生活状态下连续 24 小时或更长时间的二导或多导心电信号。

二、利用回放分析系统对心电 Holter 记录器存储的动态心电信号进行波形分析及心动周期的提取：

1、根据动态心电图把每个 QRS 波所在位置剪出、并形成心搏时域谱图；所述 QRS 波的提取步骤是：

- (1)、对 ECG 信号做差分，求取一阶导数；
- (2)、把初始 18 秒数据分为六段，每段内导数最大值相加平均后乘以 0.5 作为初始导数检测阈值；
- (3)、在第一个大于检测阈值的点的前后 70ms 范围内找 ECG 信号幅度最大的极值点，即为该 QRS 波群的 R 波峰值点；
- (4)、更新域值：当前导数检测阈值=上一导数检测阈值\*0.9+前 2 秒数据段内导数最大值\*0.5\*0.1；
- (5)、从此 R 波峰值点向后移 200ms，继续搜索下一个 QRS 波群及其 R 波峰值点；

重复步骤 (3) - (5)，直到检测完所有数据。

为了提高处理精度，本例在获得每搏心率时采用浮点数进行计算，在获得每搏心率后，去除两种无关心率：一种是由于噪声等因素的影响，错判 QRS 波引起的心率，另一种是由早搏引起的心率；其中早搏的去处，需要先检测早搏点，然后再去除早搏点两端的心率值，而由噪声等因素引起的错判心率的去除方法如下：

取窗口长度为 41，去除窗口中心点 C 以及窗口中心率值小于 30 或大于 125 的值，对剩余心率先相加求平均值 M，如果 C 点的心率值小于 30 或大于 125 或超过平均值的 20%，则认为 C 点是干扰并去除，否则则保留 C 点心率，如此对整晚每搏心率值做平滑滤波。

对经过上述步骤处理后的整晚每搏心率值，利用线性插值的方法进行插

值，获得整晚等间隔每秒的心率序列，采样频率为 1Hz。

上述方法可减少误差以及各类非窦性心率的影响。

2、根据上述把每个 QRS 波所在位置剪出所形成的心搏时域谱图，通过对心率变异性 HRV(Heart Rate Variability)进行分析，挖掘出每个呼吸暂停事件；

本例根据各类呼吸暂停事件发生过程中心率变异性变化的规律，将各类呼吸暂停事件中心率变异性的变化分成四种类型，即上升型、平稳型、下降型和混合型四种，并根据无论哪种呼吸事件在每次结束时一般均带有短时间（15 秒以内）心率变快的过程，在确定为一次呼吸暂停时，应用在心率变异性曲线中判断是否存在呼吸性窦心律不齐（RSA）有关，如存在则属阻塞性呼吸事件，如消失，则属中枢性呼吸事件；

图 2 是应用计算机运行上述方法的过程。

采用上述方法的呼吸事件检出率与典型的 PSG 相比，相关系数  $\geq 0.98$ 。

3、根据前述把每个 QRS 波所在位置剪出所形成的心搏时域谱图，通过对心率变异性 HRV(Heart Rate Variability)进行分析，获取整个睡眠过程的睡眠结构；

本例根据健康人或 SAS 病人在睡眠过程中心动周期各种动态特征参数与睡眠结构（用 R&K 专家判定结果）的关系的分析结果，利用心动周期信号获取下述动态特征参数：

- (1)、心动周期随时间的平均值；
- (2)、极低频成分能量
- (3)、低频成分能量
- (4)、高频成分能量
- (5)、呼吸暂停成分能量
- (6)、极低频成分能量占总能量的比值
- (7)、低频成分能量占总能量的比值
- (8)、高频成分能量占总能量的比值

(9)、呼吸暂停成分能量与总能量的比值

(10)、极低频成分能量与高频成分能量之比

(11)、低频成分能量与高频成分能量之比

用上述 11 种主要动态特征参数与睡眠分期的关系，对睡眠过程中的醒、浅睡、深睡、快速眼动期四种睡眠分期进行分类，达到整个睡眠过程中睡眠结构的获取。

图 3 是应用计算机运行上述方法的过程。

采用上述方法获取的睡眠结构图与典型的 PSG 专家分析结果相比，符合率在 0.8 以上。

通过上述 2、3 挖掘出的呼吸暂停事件和睡眠结构图即可统计得到呼吸暂停事件的次数和总睡眠时间数据，为进一步获得呼吸率乱指数 AHI

( $AHI = \text{呼吸暂停次数} / \text{睡眠总时间}$ ) 提供计算数据。

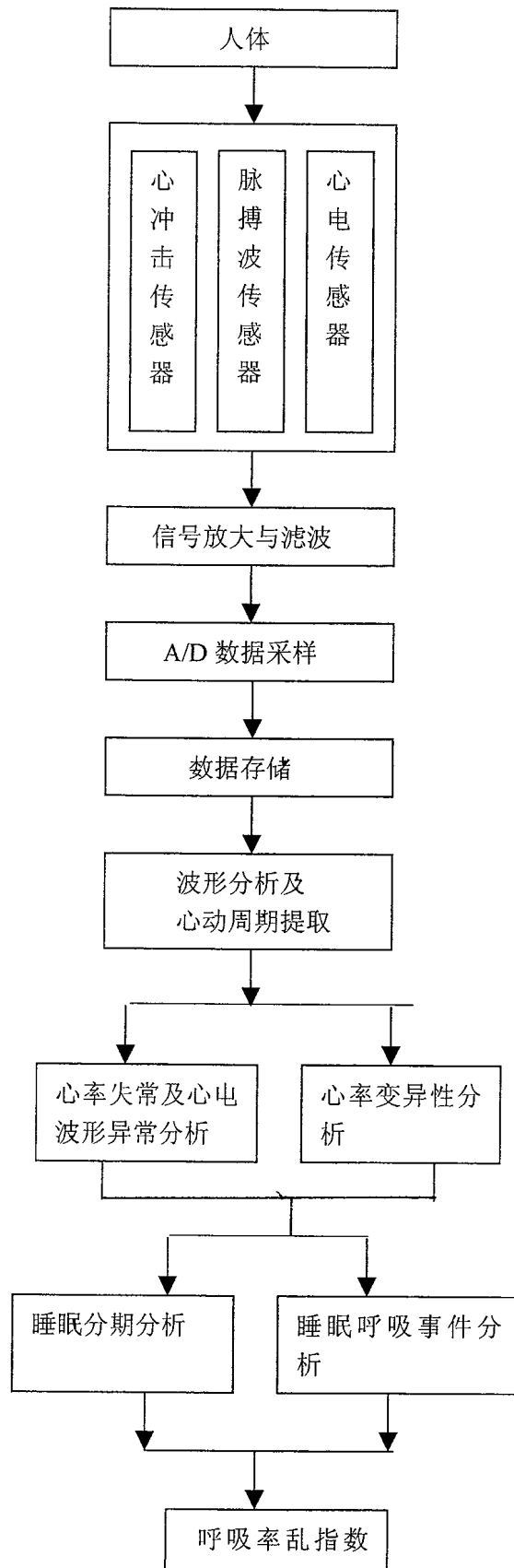


图 1

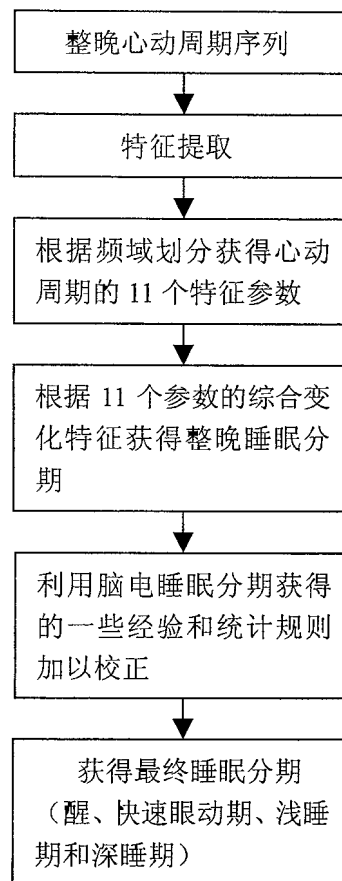


图 2

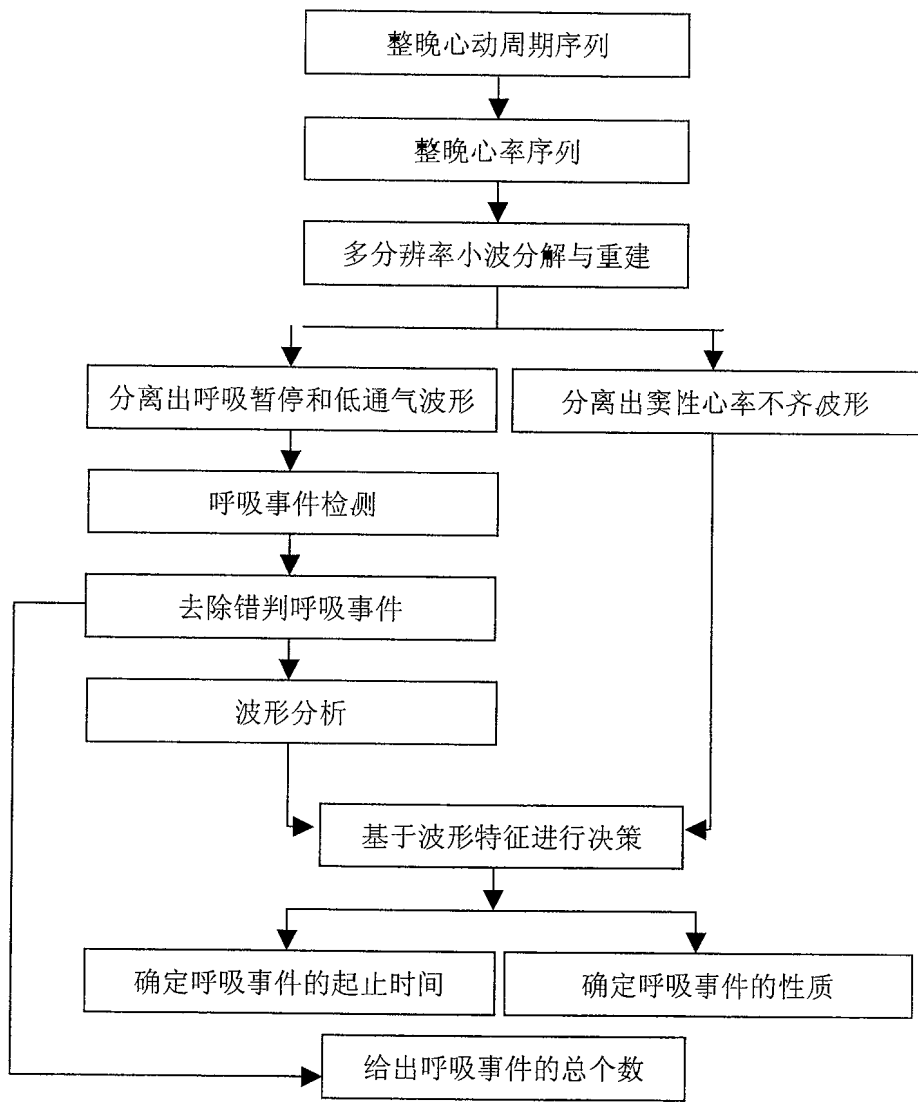


图 3

专利名称(译)	一种获取呼吸暂停事件和睡眠结构图信息的方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN100413461C</a>	公开(公告)日	2008-08-27
申请号	CN200510087134.2	申请日	2005-07-26
[标]申请(专利权)人(译)	中国人民解放军空军航空医学研究所 北京新兴阳升科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	中国人民解放军空军航空医学研究所 北京新兴阳升科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	中国人民解放军空军航空医学研究所 北京新兴阳升科技有限公司		
[标]发明人	俞梦孙 吴峰 杨福生 陶祖莱 谢敏		
发明人	俞梦孙 吴峰 杨福生 陶祖莱 谢敏		
IPC分类号	A61B5/00		
代理人(译)	吴立		
审查员(译)	栾志超		
其他公开文献	CN1736324A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

一种获取呼吸暂停事件和睡眠结构图信息的方法，其特征在于：先获取人体整个睡眠期间的心动周期序列，进行等间隔重新采样处理，再进行波形分析及心动周期提取，然后通过“分层次、多方法整合”的信号处理技术，分别从中挖掘出每个呼吸暂停事件和整个睡眠过程的睡眠结构图，从中获取与呼吸紊乱指数相关的信息—呼吸暂停事件次数和睡眠总时间。本发明方法与传统检测方法相比较，有很高的相关性，并具有操作方便、费用低廉、对病人干扰小的优点，本发明装置采用心电Holter，可增加普通心电Holter的应用功能。

