



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109893124 A

(43)申请公布日 2019. 06. 18

(21)申请号 201910224937.X

(22)申请日 2019.03.24

(71)申请人 浙江好络维医疗技术有限公司

地址 310012 浙江省杭州市西湖区西斗门  
路3号天堂软件园A幢7D

(72)发明人 孙斌 顾林跃 杨智 符灵建

(74)专利代理机构 杭州九洲专利事务所有限公  
司 33101

代理人 翁霁明

(51)Int.Cl.

A61B 5/0452(2006.01)

A61B 5/046(2006.01)

A61B 5/0464(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

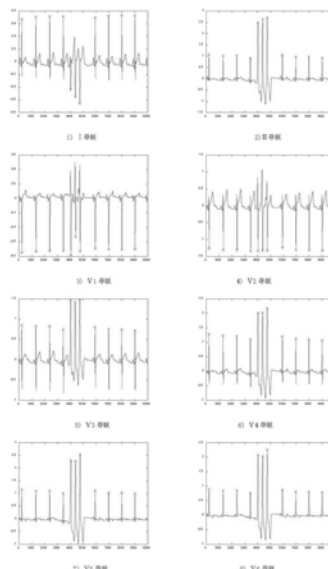
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

## (54)发明名称

一种基于多导联聚类分析的疑难心电图主  
波识别定位方法

## (57)摘要

本发明公开了一种基于多导联聚类分析的  
疑难心电图主波识别定位方法,包括:a)预处理;  
b)找出正向R波位置及负向的Q或S波(或QS)位  
置;c)比较,初步定出主波位置;d)校准,确定主  
波位置。本发明通过考虑导联之间的内在相关  
性,利用聚类方法对疑难心电图主波位置进行  
了识别定位,易于理解,容易实现,定位精度较  
高。



1. 一种基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法,包括:a) 预处理;b) 找出正向R波位置及负向的Q或S波或QS位置;c) 比较,初步定出主波位置;d) 校准,确定主波位置。其特征在于:所述a) 预处理方法为:设有多导联心电图数据X:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

其中:m表示导联数目,n表示采样点数因采样频率 $f_c$ 已知,可得采样点i处对应时刻 $t_i = i/f_c$ 。

步骤1:取1导联数据作为分析数据,利用MODWT最大重叠量小波变换去除基线漂移及高频误差;

步骤2:归一化;

步骤3:对其他导联同样处理。

2. 如权利要求1所述基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法,其特征在于:所述b) 找出正向R波位置及负向的Q或S波或QS位置方法为:

步骤1:对正向,找出所有顶点位置;

步骤2:基于给定的波峰波谷阈值去除杂波,并计算每个顶点相对应的幅值、斜率变化及时限等特征;

步骤3:基于选定特征,对各导联进行聚类分析,找出各导联R波位置;

步骤4:比较各导联R波位置,查漏补缺;

步骤5:对负向进行同样处理,找出Q波或S波或QS位置。

3. 如权利要求1所述基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法,其特征在于:所述c) 比较,初步定出主波位置方法为:

步骤1:对任1导联,综合R波顶点及相应的Q波或S波位置;

步骤2:根据给定规则RR间期、幅值、斜率变化初步选定主波位置;

步骤3:对其他导联进行同样处理。

4. 如权利要求1所述基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法,其特征在于:所述d) 校准,确定主波位置方法为:

步骤1:通过比较主波与周围很近范围内的其他波形,更正标记错误主波;

步骤2:通过比较多导联主波位置,补充各导联缺失主波;

步骤3:通过比较多导联主波位置,去除各导联多余主波;

步骤4:循环步骤2-3两到三次,确定主波位置。

## 一种基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法

### 技术领域

[0001] 本发明提出了一种基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法,涉及心电图智能诊断领域。

### 背景技术

[0002] 心电图检查是体检的常见项目,如果患者疑似有心律失常症状,通常也会去医院做个心电图,但是,在医院的几分钟或者十几分钟心电图,难以发现问题,这时候医生可能会给患者一个可以穿戴的心电图检测器,佩戴两周或者更长时间,这会产生几百小时的心电图,医生要一秒一秒的检查,这是很费时间的,如果能先让机器进行智能判断,找出可能的心律失常的时间位置,再由医生针对这些地方进行进一步诊断,显然能够极大地提高效率,节约资源,本专利的发明初衷来源于此。

[0003] 显然,要让机器找出可能的心律失常位置,最基础的工作是找出所有可能的主波位置。目前,已有不少研究者从多个角度出发对心电图特征波形的识别和定位进行了研究,比如差分阈值法、小波分析法、模板匹配法、聚类方法等。但这些方法一般针对普通心电图R波的识别定位,对于疑难的心电图,其主波方向可能朝上为R波,也可能朝下为Q波、S波或QS波;主波的特征也多样:幅值比T波矮、宽大畸形、缺失、绝对不齐等。显然,要机器进行智能诊断,需要重点关注这些疑难心电图,必须对这些疑难心电图的主波进行准确的识别定位。

[0004] 为此,我们提出一种多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法,通过考虑导联之间的内在相关性,利用聚类方法对疑难心电图主波位置进行了识别定位,易于理解,容易实现,定位精度较高。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的,在于提供一种基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法。

[0006] 为了实现上述目的,本发明所采用的技术方案如下:

[0007] 一种基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法,包括:a) 预处理;b) 找出正向R波位置及负向的Q或S波位置;c) 比较,初步定出主波位置;d) 校准,确定主波位置。其特征在于:所述a) 预处理方法为:设有多导联心电图数据X:

$$[0008] \quad X = \begin{bmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ X_{m1} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

[0009] 其中:m表示导联数目,n表示采样点数因采样频率 $f_c$ 已知,可得采样点i处对应时刻 $t_i = i/f_c$ 。

[0010] 步骤1:取1导联数据作为分析数据,利用MODWT最大重叠量小波变换去除基线漂移及高频误差;

[0011] 步骤2:归一化;

[0012] 步骤3:对其他导联同样处理。

- [0013] 优选的,所述b)找出正向R波位置及负向的Q或S波或QS位置方法为:
- [0014] 步骤1:对正向,找出所有顶点位置;
- [0015] 步骤2:基于给定的波峰波谷阈值去除杂波,并计算每个顶点相对应的幅值、斜率变化及时限等特征;
- [0016] 步骤3:基于选定特征,对各导联进行聚类分析,找出各导联R波位置;
- [0017] 步骤4:比较各导联R波位置,查漏补缺;
- [0018] 步骤5:对负向进行同样处理,找出Q波或S波或QS位置。
- [0019] 优选的,所述c)比较,初步定出主波位置方法为:
- [0020] 步骤1:对任1导联,综合R波顶点及相应的Q波或S波或QS位置;
- [0021] 步骤2:根据给定规则:RR间期、幅值、斜率变化初步选定主波位置;
- [0022] 步骤3:对其他导联进行同样处理。
- [0023] 优选的,所述d)校准,确定主波位置方法为:
- [0024] 步骤1:通过比较主波与周围很近范围内的其他波形,更正标记错误主波;
- [0025] 步骤2:通过比较多导联主波位置,补充各导联缺失主波;
- [0026] 步骤3:通过比较多导联主波位置,去除各导联多余主波;
- [0027] 步骤4:循环步骤2-3两到三次,确定主波位置。
- [0028] 本发明提出一种多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法,通过考虑导联之间的内在相关性,利用聚类方法对疑难心电图主波位置进行了识别定位,易于理解,容易实现,定位精度较高。

## 附图说明

- [0029] 图1为本发明探测的一段“室性心动过速”心电图主波位置。
- [0030] 图2为本发明探测的一段“全导联低电压”心电图主波位置。
- [0031] 图3为本发明探测的一段“ST-T改变”心电图主波位置。
- [0032] 图4为本发明探测的一段“室性早搏三联律”心电图主波位置。
- [0033] 图5为本发明探测的一段“房颤”心电图主波位置。
- [0034] 图6为本发明探测的一段“异常Q波”心电图主波位置。

## 具体实施方式

- [0035] 下面将结合附图,对本发明的技术方案作进一步详细的说明。
- [0036] 基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法,包括以下步骤:
- [0037] a) 预处理:设有多导联心电图数据X:

$$[0038] \quad X = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

- [0039] 其中:m表示导联数目,n表示采样点数(因采样频率 $f_c$ 已知,可得采样点i处对应时刻 $t_i = i/f_c$ )。
- [0040] 步骤1:取1导联数据作为分析数据,利用MODWT去除基线漂移及高频误差;
- [0041] MODWT是高度冗余的非正交变换,样本容量可为任意值,具有位移不变性,非常适

合处理心电图数据。在实际使用中,通过综合比较分析,选择sym4小波,分析到第10层,选取d5、d6、d7、d8、d9、d10作为重构信号,从而去除基线漂移及高频误差。

[0042] 步骤2:归一化;

[0043] 因各导联幅值特征相差较大,不利于后面的聚类分析,采用Min-Max标准化方法对步骤1数据进行归一化处理,将数据映射到 $[-1, 1]$ 区间。

[0044] 步骤3:对其他导联同样处理。

[0045] b):找出正向R波位置及负向的Q或S波或QS位置:

[0046] 步骤1:对正向,找出所有顶点位置;

[0047] 因疑难心电图上各特征波形有直立、倒置、双向、低平、双峰、切迹、尖锐、增高、冠状等多种形态,为了防止遗漏,对于考察点,只要其比两边相邻点高,则取为顶点,对平峰,取左端点作为顶点。

[0048] 步骤2:基于给定的波峰波谷阈值去除杂波,并计算每个顶点相对应的幅值、斜率变化及时限等特征;

[0049] 基于步骤1找出的顶点位置,根据斜率的变化情况,找出其两边的波谷(或斜率突变)位置,基于给定的波峰波谷阈值去除杂波,并计算每个顶点对应的其幅值(顶点到较高谷点之间的垂直距离)、斜率变化、时限(两边谷点之间的水平距离)、面积(顶点与两边谷点组成的三角形面积,为简化计算,以幅值 $\times$ 时限/2计算)。

[0050] 步骤3:基于选定特征,对各导联进行聚类分析,找出各导联R波位置;

[0051] 特征可以是步骤2计算所得特征之一或几个特征的组合,针对不同数据,该特征组合的适应性可能有所不同。为了增强程序的鲁棒性,后续步骤中进行了校准。在此基础上,针对所有数据可选择所有特征。基于Kmeans聚类方法(或kmedoids方法等,因数据较简单,分析结果差别不大)进行二分类聚类分析,并选取斜率变化较大一类顶点作为R波顶点(注意,此R波顶点并不一定准确,也不需要保证准确,因为后续还有校准程序)。

[0052] 步骤4:比较各导联R波位置,查漏补缺;

[0053] 比较所有导联的R波点位置,如果在同一位置只有一个R波点,则排除该R波点;如果有两个(注意,同一R波位置只能比较一次),则考虑保留,保留依据是该R波位置不能在同导联其他R波的不应期内;如果有三个或三个以上,并且不在同导联其他R波的不应期内,则可初定为R波位置。

[0054] 步骤5:对负向进行同样处理,找出Q波或S波或QS位置。

[0055] 对各导联数据取反,找出各导联所有Q波或S波或QS位置。

[0056] c) 比较,初步定出主波位置:

[0057] 步骤1:对任1导联,综合R波顶点及相应的Q波或S波(或QS)位置,并显示在同一坐标轴上;

[0058] 步骤2:根据给定规则(如RR间期、幅值、斜率变化等)初步选定主波位置:

[0059] 首先,根据R波及Q波或S波或QS数量、平均距离、间期等特征将导联分为规则数据及非规则数据;

[0060] 其次,对规则数据,基于以R波为主原则,如果最大R波幅值的两倍大于朝下的最大Q波或S波或QS幅值,选择朝上的R波作为主波,反之,选择朝下的Q波或S波或QS作为主波;

[0061] 最后,对非规则数据,在R波、Q波、S波(或QS)中选择幅值较大的作为主波。

[0062] 步骤3:对其他导联进行同样处理。

[0063] d) 校准,确定主波位置:

[0064] 步骤1:通过比较主波与周围很近范围内的其他波形,更正标记错误主波;

[0065] 比较该主波与周围很近范围内的其他特征波形,从幅值、斜率变化等方面考察是否有其他更具有主波特性的特征波形,如有,则将其代替原主波。

[0066] 步骤2:通过比较多导联主波位置,补充各导联缺失主波;

[0067] 首先,找出具有最多主波的导联(可能有一个或多个);

[0068] 其次,将其他导联分别与多主波导联进行比较,在疑似缺少主波的位置考察各导联主波数量,如果多于半数导联在该处均具有主波,则在该导联该处位置附近寻找主波,如果有,则进行补充。

[0069] 步骤3:通过比较多导联主波位置,去除各导联多余主波;

[0070] 对单个导联的主波位置,考察其他导联该处附近是否具有主波,如果具有主波的数量比半数导联多,则保留该处主波位置,反之,则去除该主波。

[0071] 步骤4:循环步骤2-3两到三次,确定主波位置。

[0072] 因各导联主波数量并不一定相同,不能以此作为判断循环结束依据。根据实际分析经验,大约两到三次后即可保证所有导联上所有主波位置均在大部分导联上有所体现,此即为最终确定的主波位置。

[0073] 实施例

[0074] 实施例说明

[0075] 为了检验方法的有效性,我们对1000余份疑难心电图进行了主波识别定位测试,准确度达到99%以上。附图以六份心电图数据主波的识别定位作为示例。

[0076] 数据基本参数:每份数据均为八个导联:I、II、V1、V2、V3、V4、V5、V6。时长:10秒,频率:1000Hz。

[0077] 在定位时,为了更好的体现程序的鲁棒性,均在同一套参数运行。具体参数设置如下:波峰波谷阈值:0.01;同导联同类波互斥距离:100采样点(即0.1s)。

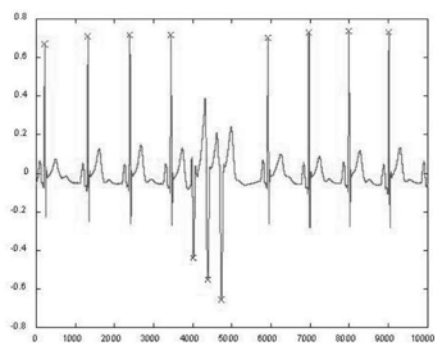
[0078] 计算结果

[0079] 识别定位的朝上主波以红色“X”表示,朝下主波以蓝色“X”表示:

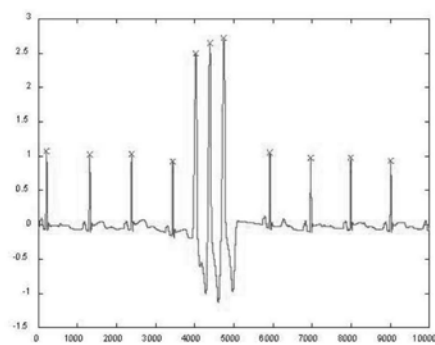
[0080] 1) “室性心动过速”心电图一例,如图1所示。2) “全导联低电压”心电图一例,如图2所示。3) “ST-T改变”心电图一例,如图3所示。4) “室性早搏三联律”心电图一例,如图4所示。5) “房颤”心电图一例,如图5所示。6) “异常Q波”心电图一例,如图6所示。

[0081] 由图1-6可见,各心电图主波识别定位准确。

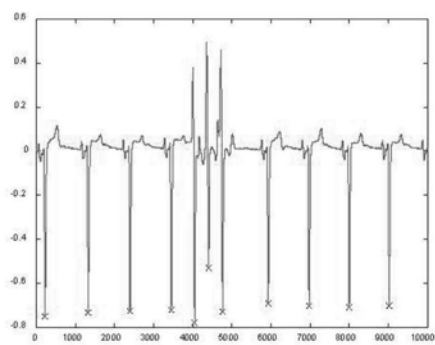
[0082] 以上实施例仅为说明本发明的技术思想,不能以此限定本发明的保护范围,凡是按照本发明提出的技术思想,在技术方案基础上所做的任何改动,均落入本发明保护范围之内。



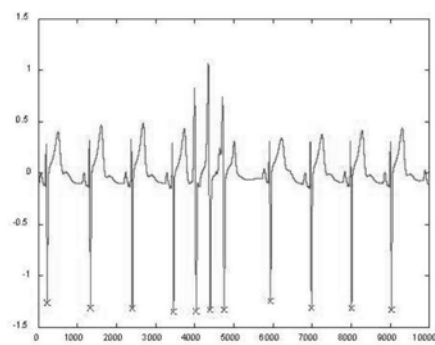
1) I 导联



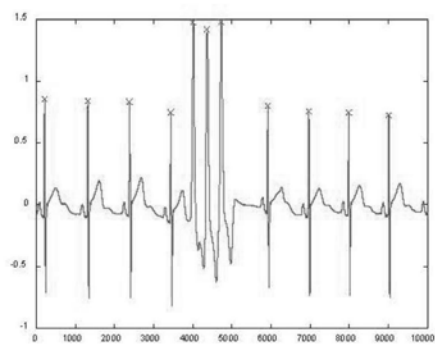
2) II 导联



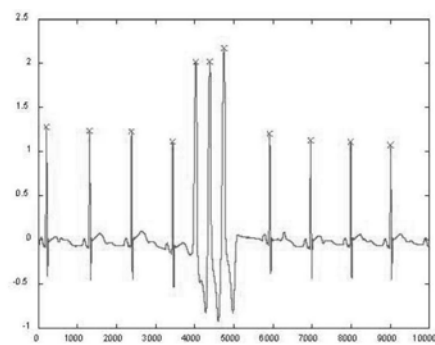
3) V1 导联



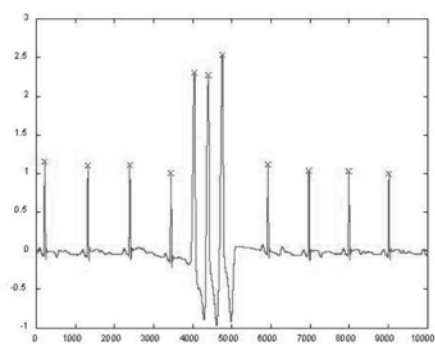
4) V2 导联



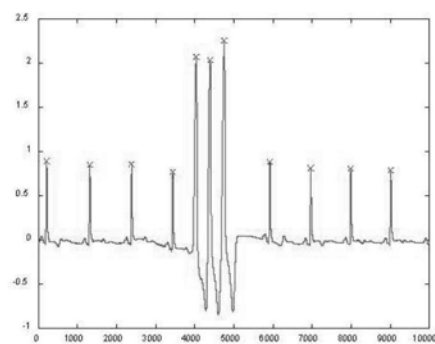
5) V3 导联



6) V4 导联



7) V5 导联



8) V6 导联

图1

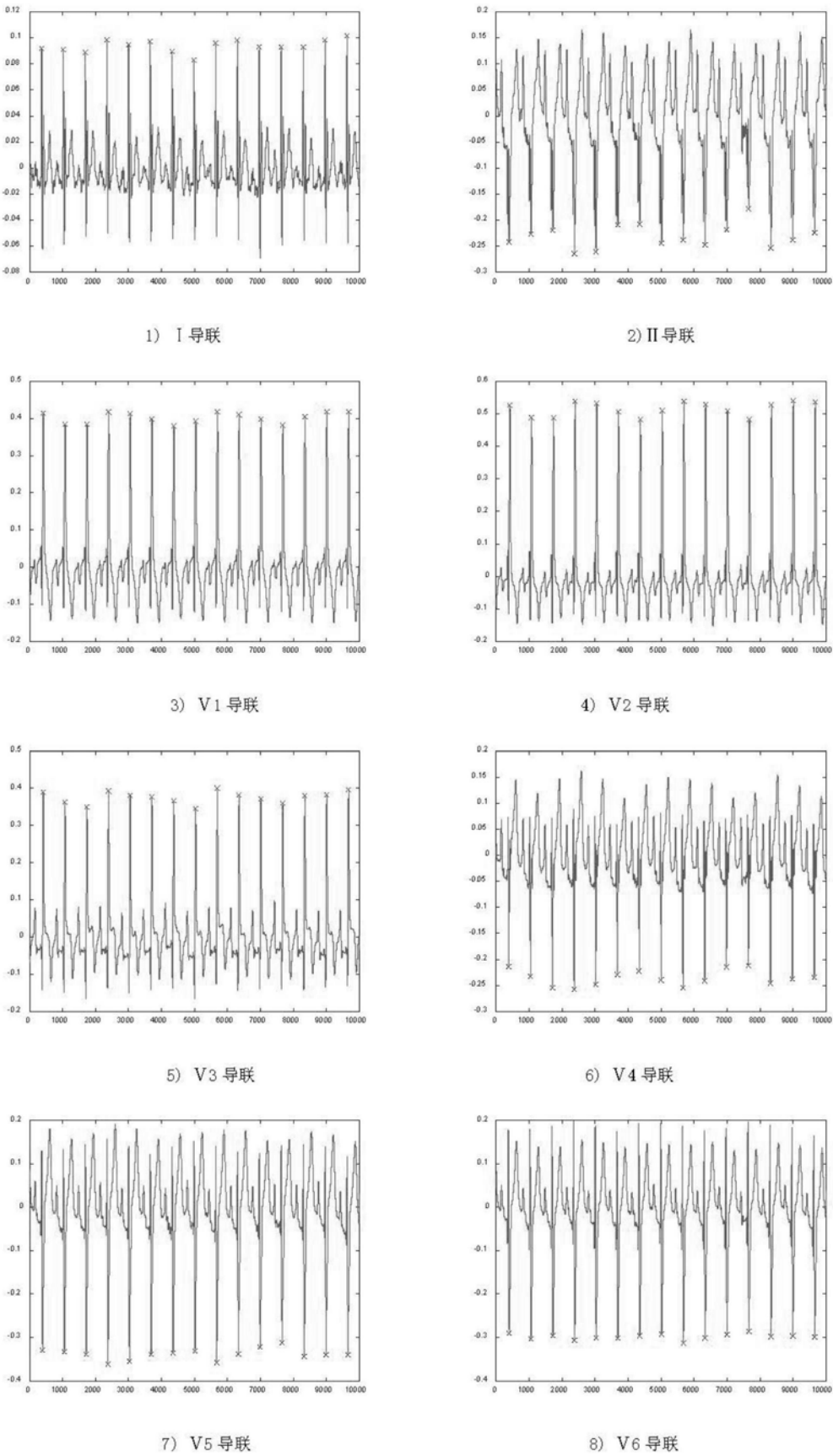
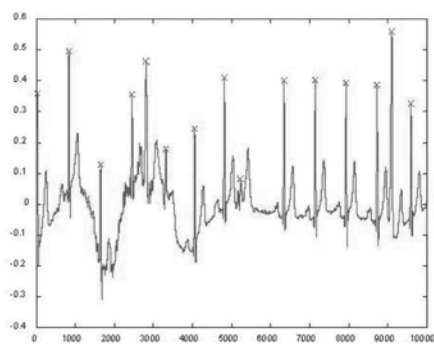
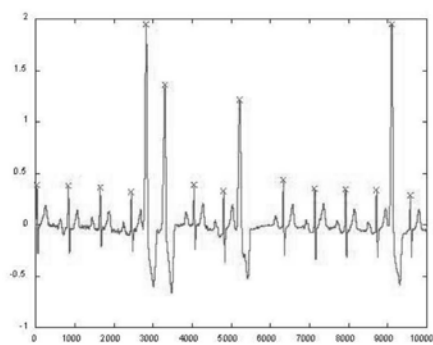


图2

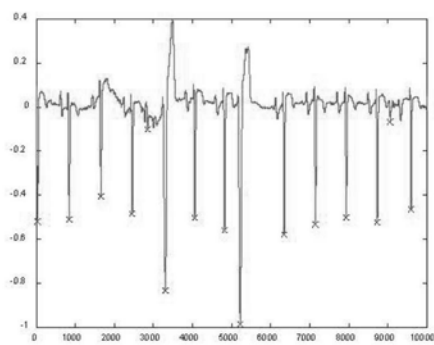




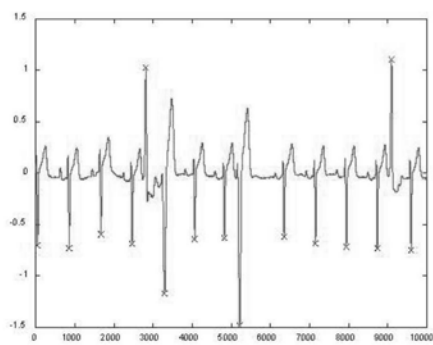
1) I 导联



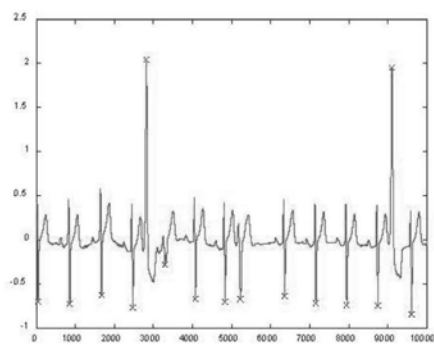
2) II 导联



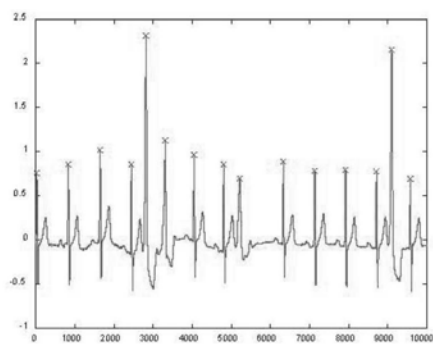
3) V1 导联



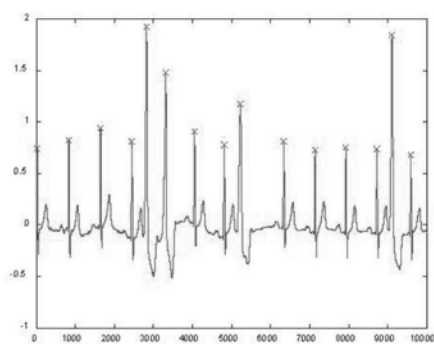
4) V2 导联



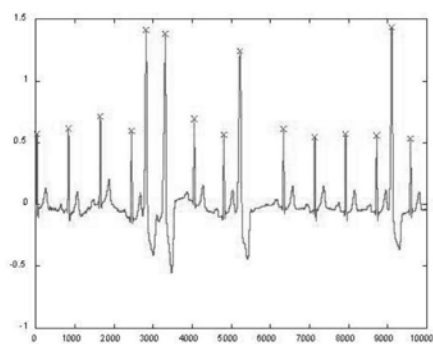
5) V3 导联



6) V4 导联



7) V5 导联



8) V6 导联

图3

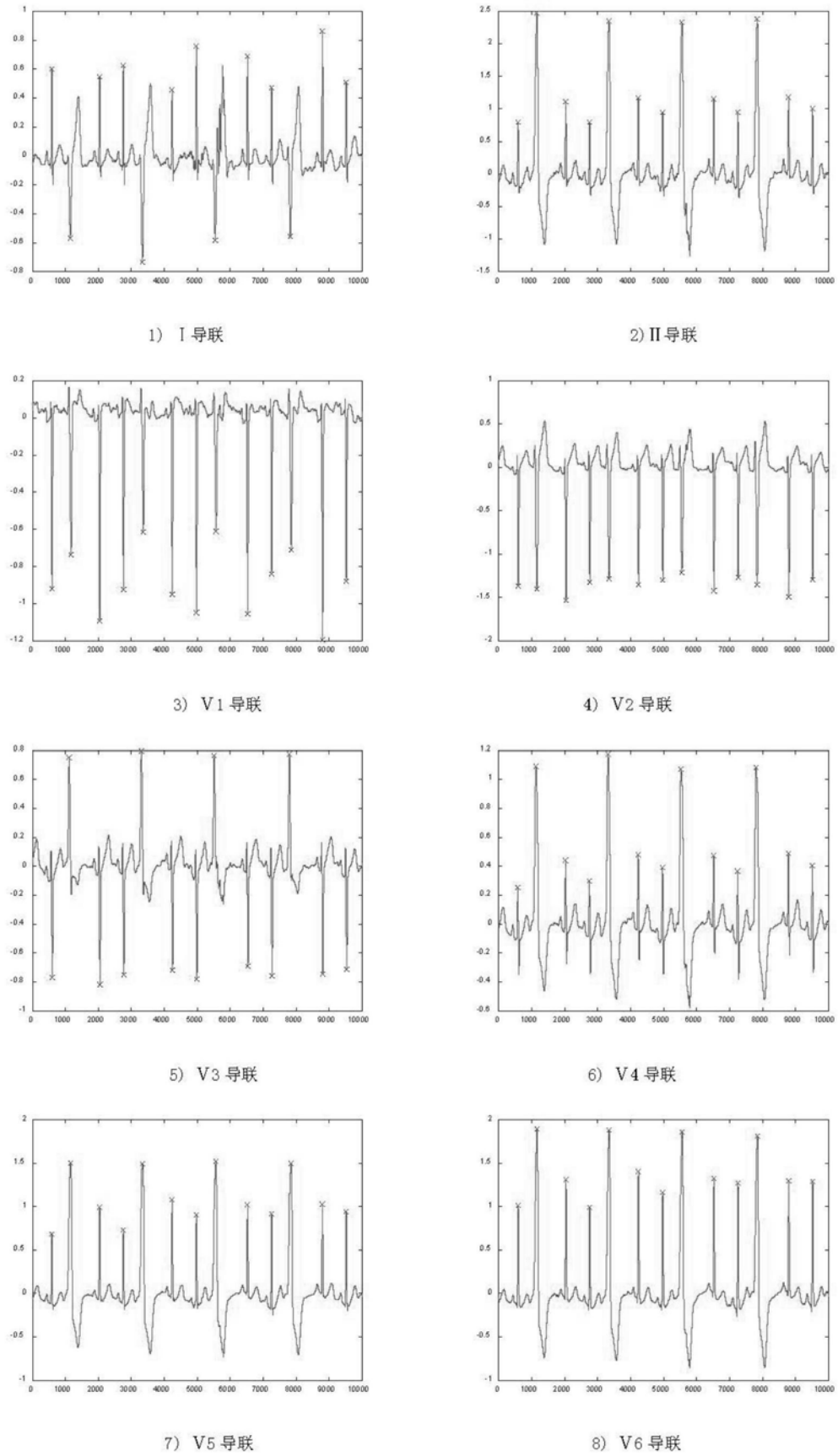
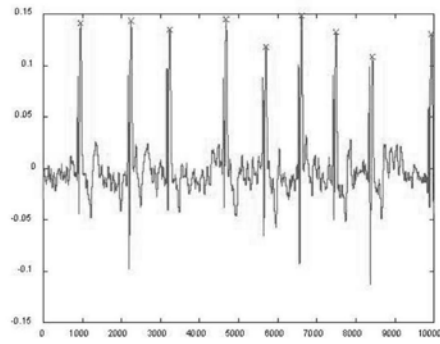
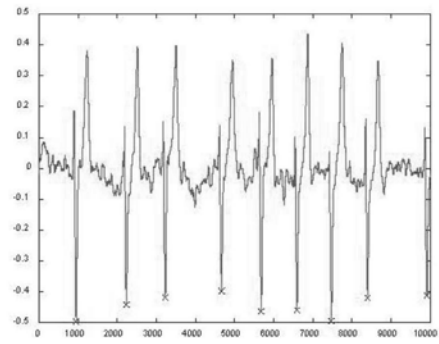


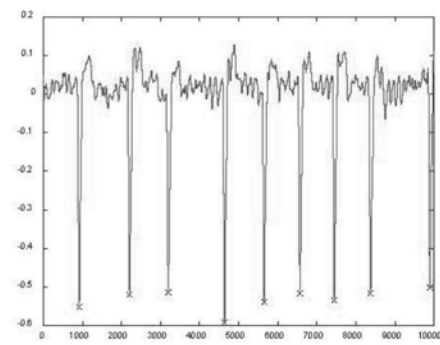
图4



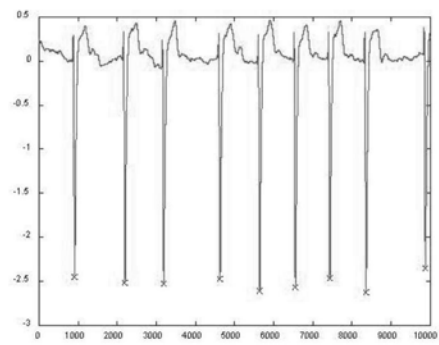
1) I 导联



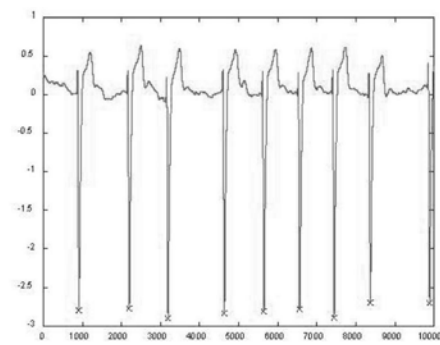
2) II 导联



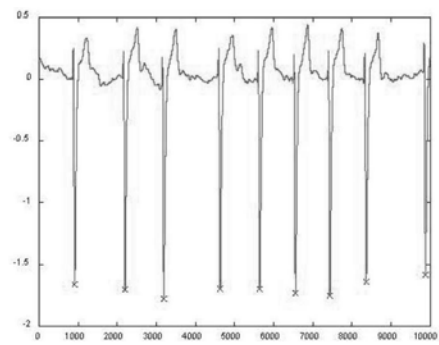
3) V1 导联



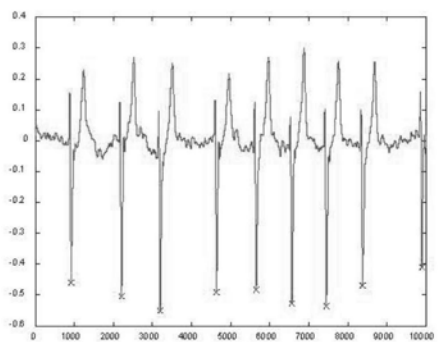
4) V2 导联



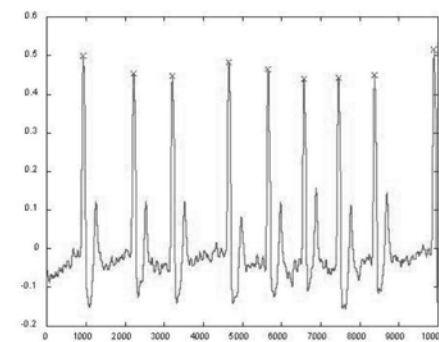
5) V3 导联



6) V4 导联



7) V5 导联



8) V6 导联

图5

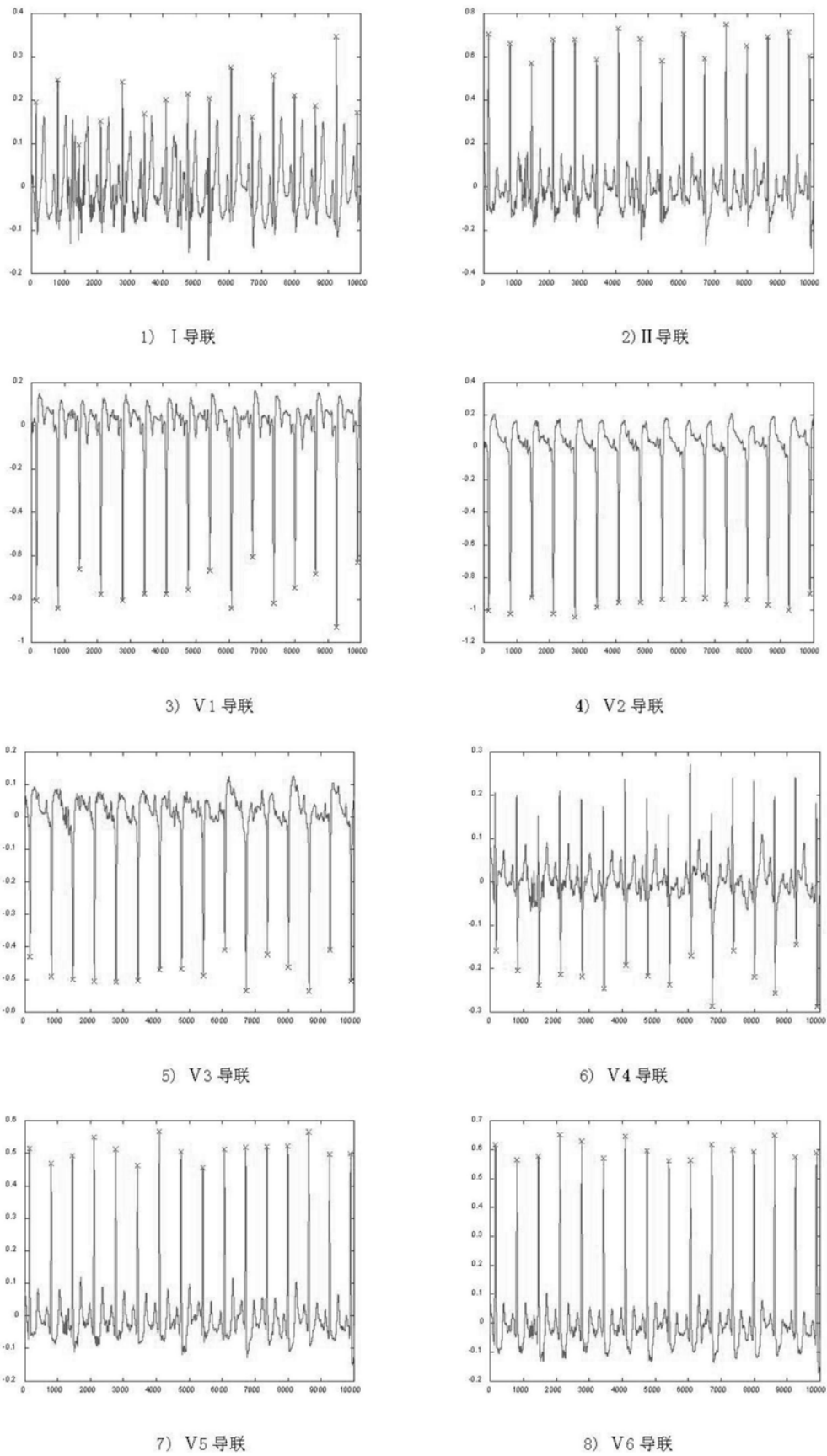


图6

专利名称(译)	一种基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN109893124A</a>	公开(公告)日	2019-06-18
申请号	CN201910224937.X	申请日	2019-03-24
[标]申请(专利权)人(译)	浙江好络维医疗技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	浙江好络维医疗技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	浙江好络维医疗技术有限公司		
[标]发明人	孙斌 顾林跃 杨智 符灵建		
发明人	孙斌 顾林跃 杨智 符灵建		
IPC分类号	A61B5/0452 A61B5/046 A61B5/0464 A61B5/00		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明公开了一种基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法，包括：a)预处理；b)找出正向R波位置及负向的Q或S波(或QS)位置；c)比较，初步定出主波位置；d)校准，确定主波位置。本发明通过考虑导联之间的内在相关性，利用聚类方法对疑难心电图主波位置进行了识别定位，易于理解，容易实现，定位精度较高。

