



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110916648 A

(43)申请公布日 2020.03.27

(21)申请号 201911280026.5

(22)申请日 2019.12.13

(71)申请人 南京信息职业技术学院

地址 210023 江苏省南京市栖霞区仙林大
学城文澜路99号

(72)发明人 郭慧

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限
公司 32224

代理人 董建林

(51) Int. Cl.

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/0452(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

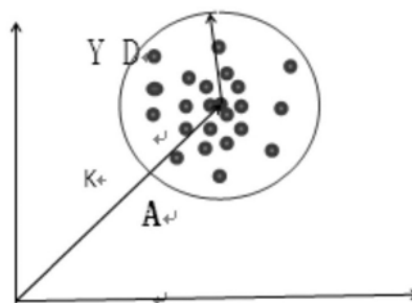
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种基于散点图的离散量化检测T波交替的方法

(57)摘要

本发明为一种研究T波交替的量化检测方法,探讨散点图分布密度与T波交替存在与否的关系,研究出一种散点图的离散量化检测TWA的方法,即首先确定散点图几何中心,并计算出几何中心到坐标原点距离的归一化长度,然后统计散点图上每个散点距几何中心的平均距离,最后用每个散点到几何中心的距离的平均值与几何中心到原点的距离的比值来评价散点图的离散程度。采用matlab7.0仿真并与谱分析法比较,找出每个散点到几何中心的距离的平均值与几何中心到原点的距离的比值的合适阈值并判断T波交替是否存在,证明散点图的离散程度能够准确检测TWA。



1. 一种基于散点图的离散度量化检测T波交替的方法,其特征在于,包括以下步骤:

从心电图数据中选取T波采样点,并绘制T波交替散点图;

确定离散度指数:分析散点图分布形态与T波交替的关系,确定散点图的几何中心,定义每个散点到几何中心的距离的平均值、几何中心到原点的距离、离散度三个定量参数,所述离散度为每个散点到几何中心的距离的平均值与几何中心到原点的距离的比值;

确定T波交替的散点图离散度检测指标阈值,以离散度作为检测指标,采用MATLAB软件仿真并与谱分析法比较,找出合适阈值判断T波交替的存在与否。

2. 根据权利要求1所述的一种基于散点图的离散度量化检测T波交替的方法,其特征在于,从心电图数据中选取T波采样点,并绘制T波交替散点图的具体方法包括:获取心电图数据并进行去噪预处理,对心电图中的QRS波群与T波的特征点标定;

采用T波窗口,并以T波波峰对齐,选取128个T波段,每段T波提取7个采样点,构成待测的T波采样点序列,将T波采样点序列作一次差分后绘制一次差分的T波交替散点图,所述散点图包括的882个散点。

3. 根据权利要求2所述的一种基于散点图的离散度量化检测T波交替的方法,其特征在于,所述噪预处理主要包括去除工频干扰、肌电干扰和基线漂移。

4. 根据权利要求2所述的一种基于散点图的离散度量化检测T波交替的方法,其特征在于,所述T波散点图绘制方法为:

将T波采样点序列 $P = \{x_1, x_2, \dots, x_j, \dots\}$ 进行依次差分, x_j 为第j个采样点,组成新的T波采样点序列 $Q = \{x_2 - x_1, x_3 - x_2, \dots, x_j - x_{j-1}, \dots\}$,以 $X = \{x_2 - x_1, x_3 - x_2, \dots, x_{j+1} - x_j, \dots\}$ 为横坐标序列, $Y = \{x_3 - x_2, x_4 - x_3, \dots, x_{j+2} - x_{j+1}, \dots\}$ 为纵坐标序列,作Poincare散点图,则散点图中的散点坐标为 $(x_{j+1} - x_j, x_{j+2} - x_{j+1})$ 。

5. 根据权利要求4所述的一种基于散点图的离散度量化检测T波交替的方法,其特征在于,所述确定离散度指数具体方法包括:

确定散点图的几何中心:计算散点图中散点的横坐标、纵坐标的平均值:

$$A_x = \frac{1}{882} \sum_{j=1}^{882} (x_{j+1} - x_j)$$

$$A_y = \frac{1}{882} \sum_{j=1}^{882} (x_{j+2} - x_{j+1})$$

其中, A_x 代表散点图中几何中心横坐标平均值, A_y 代表散点图中几何中心纵坐标平均值;

计算几何中心到原点的距离的平均值:

$$D = \frac{1}{882} \sum_{j=1}^{882} \sqrt{(x_{j+1} - x_j - A_x)^2 + (x_{j+2} - x_{j+1} - A_y)^2}$$

计算几何中心A到原点的距离:

$$K = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$

其中,K为几何中心到原点的距离,即归一化长度;
计算离散度:

$$R = \frac{D}{K}$$

其中,R为离散度,即等效半径。

6. 根据权利要求1所述的一种基于散点图的离散度量化检测T波交替的方法,其特征在于,当离散度检测指标阈值为0.63,即离散度为每个散点到几何中心的距离的平均值与几何中心到原点的距离的比值 ≤ 0.63 时,不存在T波交替;离散度为每个散点到几何中心的距离的平均值与几何中心到原点的距离的比值 > 0.63 时,存在T波交替。

一种基于散点图的离散度量化检测T波交替的方法

技术领域

[0001] 本发明公开了一种基于散点图的离散度量化检测T波交替的方法,涉及医学心电信号处理技术领域。

背景技术

[0002] 近年来,非线性科学迅速发展,并被用于人体心率变异的研究,非线性检测方法能捕捉到更多人体生理病理信息。庞加莱映射(Poincare Mapping,PM)是非线性法的一种,利用散点图适于描述周期性变化数据的特性,可以使T波交替中T波幅值逐拍变化的特点从形态上直观表现出来。目前,判断是否存在微伏级的T波交替现象,已作为预测室性心律失常、心源性猝死风险的独立指标,并成为一项新的无创心电检测方法;但是只从直观形态上进行分析没有明确的判据且不利于临床统计研究,为此我们需要探讨散点图外部形态与T波交替的关系,并进一步研究散点图中的有效定量指标。

[0003] 中国专利201310009766.1公开了一种微伏级T波交替的定量检测方法,采取“横向搜索法”对散点图进行边缘提取,求短长轴之比作为定量检测指标,并与谱分析法比较,找出合适阈值判断T波交替的存在与否。该方法是对目标边界内的T波采样点进行数值处理,会丢失部分异常心电数据信息,导致误检,降低TWA检测的准确性,加之边界提取和指标计算公式复杂,影响系统检测的实时性。

发明内容

[0004] 本发明针对上述背景技术中的缺陷,提供本发明的目的是为克服上述现有技术的不足,提供基于散点图的离散度量化检测TWA的方法;本发明分析T波交替散点图的外部形态,根据其外部形态与T波交替的关系提出一种新的TWA检测有效量化指标离散度,找出合适阈值判断T波交替的存在与否。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:一种基于散点图的离散度量化检测T波交替的方法,包括以下步骤:

[0006] 从心电图数据中选取T波采样点,并绘制T波交替散点图;

[0007] 确定离散度指数:分析散点图分布形态与T波交替的关系,确定散点图的几何中心,定义每个散点到几何中心的距离的平均值、几何中心到原点的距离、离散度三个定量参数,所述离散度为每个散点到几何中心的距离的平均值与几何中心到原点的距离的比值;

[0008] 确定T波交替的散点图离散度检测指标阈值,以离散度作为检测指标,采用MATLAB软件仿真并与谱分析法比较,找出合适阈值判断T波交替的存在与否。

[0009] 进一步的,从心电图数据中选取T波采样点,并绘制T波交替散点图的具体方法包括:获取心电图数据中心电信号并进行去噪预处理,对心电图中的QRS波群与T波的特征点标定;

[0010] 采用T波窗口,并以T波波峰对齐,选取128个T波段,每段T波提取7个采样点,构成待测的T波采样点序列,将T波采样点序列作一次差分后绘制一次差分的T波交替散点图,所

述散点图包括的882个散点。

[0011] 进一步的,所述噪预处理主要包括去除工频干扰、肌电干扰和基线漂移;将阻带角频率范围为0.47~0.53的带阻滤波器转化成整系数滤波器来滤50HZ工频干扰;由于处于0.05HZ至几HZ低频率段基线漂移的能量主要集中0.1HZ左右,故去除基线漂移首先评估或提取信号基线,再运用减法运算除去信号中基线漂移部分;采用零相位IR滤波不仅能有效地去除心电信号中的基线漂移,且心电信号的ST段失真最小;选取双正交小波中的bior2.2小波函数作为实现变换阈值去噪法去除肌电干扰的小波。

[0012] 进一步的,所述T波散点图绘制方法为:

[0013] 将T波采样点序列 $P = \{x_1, x_2, \dots, x_j, \dots\}$ 进行依次差分, x_j 为第j个采样点,组成新的T波采样点序列 $Q = \{x_2 - x_1, x_3 - x_2, \dots, x_j - x_{j-1}, \dots\}$,以 $X = \{x_2 - x_1, x_3 - x_2, \dots, x_{j+1} - x_j, \dots\}$ 为横坐标序列, $Y = \{x_3 - x_2, x_4 - x_3, \dots, x_{j+2} - x_{j+1}, \dots\}$ 为纵坐标序列,作Poincare散点图,则散点图中的散点坐标为 $(x_{j+1} - x_j, x_{j+2} - x_{j+1})$ 。

[0014] 进一步的,所述确定离散度指数具体方法包括:

[0015] 确定散点图的几何中心:计算散点图中散点的横坐标、纵坐标的平均值:

$$[0016] \quad A_x = \frac{1}{882} \sum_{j=1}^{882} (x_{j+1} - x_j)$$

$$[0017] \quad A_y = \frac{1}{882} \sum_{j=1}^{882} (x_{j+2} - x_{j+1})$$

[0018] 其中, A_x 代表散点图中几何中心横坐标平均值, A_y 代表散点图中几何中心纵坐标平均值;

[0019] 计算几何中心到原点的距离的平均值:

$$[0020] \quad D = \frac{1}{882} \sum_{j=1}^{882} \sqrt{(x_{j+1} - x_j - A_x)^2 + (x_{j+2} - x_{j+1} - A_y)^2}$$

[0021] 计算几何中心A到原点的距离:

$$[0022] \quad K = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$

[0023] 其中,K为几何中心到原点的距离,即归一化长度;

[0024] 计算离散度:

$$[0025] \quad R = \frac{D}{K}$$

[0026] 其中,R为离散度,即等效半径。

[0027] 进一步的,当离散度检测指标阈值为0.63,即离散度为每个散点到几何中心的距离的平均值与几何中心到原点的距离的比值 ≤ 0.63 时,不存在T波交替;离散度为每个散点到几何中心的距离的平均值与几何中心到原点的距离的比值 > 0.63 时,存在T波交替。

[0028] 在频域分析法中,谱分析法(SM)被广泛地应用于TWA的检测,并且具有较高的准确

性。本发明将散点图法的检测结果即R和谱分析法的检测结果即T交替幅值 V_{twa} 进行比较。利用MTALBE软件进行仿真分析：首先对频谱分析法所得T交替幅值 V_{twa} 和散点图法所得等效半径数值R比对分析，检验散点图中离散度指数的可靠性；再用Kappa一致性检验两指标检测结果的一致性。

[0029] 有益效果：1. 本发明由于是对散点图几何中心平均距离的计算，且进行了归一化处理，该统计平均的方法很大程度上削弱了噪声造成的影响。因此，离散度量化法比传统量化法更具有抗干扰能力。

[0030] 2. 本发明用几何概念描述散点图的离散度，并将其几何中心等效为圆心，故我们可以根据圆的等效半径大小来衡量散点图的离散度。

[0031] 3. 本发明还可以用于心律不齐及房颤等复杂性心律失常的量化研究，扩大了研究的范围。

附图说明

[0032] 图1散点图离散度的量化示意图；

[0033] 图2(a)为存在T波交替散点图；

[0034] 图2(b)为不存在T波交替的散点图；

[0035] 图3为交替幅值 V_{twa} 和等效半径R的曲线拟合图。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图对技术方案的实施作进一步的详细描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案，而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0037] 如图1所示：本发明提供一种实施例：一种基于散点图的离散度量化检测TWA分析方法，包括以下步骤：

[0038] (1) 心电信号预处理：针对工频干扰、肌电干扰和基线漂移进行去噪预处理。将阻带角频率范围为0.47~0.53的带阻滤波器转化成整系数滤波器来滤除50HZ工频干扰；由于处于0.05HZ至几HZ低频率段基线漂移的能量主要集中于0.1HZ左右，故去除基线漂移首先评估或提取信号基线，再运用减法运算除去信号中基线漂移部分；采用零相位IR滤波不仅能有效地去除心电信号中的基线漂移，且心电信号的ST段失真最小；选取双正交小波中的bior2.2小波函数作为实现变换阈值去噪法去除肌电干扰的小波。

[0039] (2) T波采样点确定：

[0040] 本发明采用T波窗口分析法，由RR间期的的大小来选择T波窗口起点及窗宽，根据QT和RR间期的关系式，计算出窗口的终点，计算公式为：

$$[0041] \quad QT = k\sqrt{RR} \quad (k = 0.39 \pm 0.05)$$

[0042] 其中，Q表示Q波起点，近似在R峰前50ms处；T表示T波起点；RR表示间期；k是常数，一般取 $k=0.4$ 。

[0043] T波平均长度的计算公式为：

$$[0044] \quad \bar{T} = \frac{1}{N} \langle \sum_{i=1}^N (T_{i\text{起点}} - T_{i\text{终点}}) \rangle \quad (i \text{ 为搜索确定的T波序列序数})$$

[0045] 本发明选取128个连续的心跳周期，每一个周期内以T波波峰对齐，将T波平均长度

的1/6为间隔前后各取3个点构成7点检测集 $x_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{i7}\}$,即得到了7*128个T波采样矩阵G为:

$$[0046] \quad G = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{N1} & X_{N2} & \cdots & X_{Nm} \end{bmatrix} \quad N = 128, m = 7$$

[0047] 一维化为1*896的T波采样点序列点序列 $P = \{x_1, x_2, \dots, x_j, \dots\}$, x_j 为采样点中的第j个点。

[0048] (3) 绘制散点图:

[0049] 本文选取128个T波段,每段提取7个采样点,将 $P = \{x_1, x_2, \dots, x_j, \dots\}$ 进行一次差分组成新的序列 $Q = \{x_2 - x_1, x_3 - x_2, \dots, x_j - x_{j-1}, \dots\}$,以 $X = \{x_2 - x_1, x_3 - x_2, \dots, x_{j+1} - x_j, \dots\}$ 为横坐标序列, $Y = \{x_3 - x_2, x_4 - x_3, \dots, x_{j+2} - x_{j+1}, \dots\}$ 为纵坐标序列,可作出882个散点,作Poincare散点图,则该散点图中点的坐标为 $(x_{j+1} - x_j, x_{j+2} - x_{j+1})$ 。

[0050] (4) 离散度指标量化,即确定等效半径指数取值范围,以判断T波交替存在与否;

[0051] 等效半径指数(R)的计算公式为:

$$[0052] \quad R = \frac{D}{K}$$

[0053] 式中,K是散点图的几何中心A到原点O距离的归一化长度,其计算公式为:

$$[0054] \quad K = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$

[0055] 散点图的几何中心的算法是每个点的坐标 $(x_{j+1} - x_j, x_{j+2} - x_{j+1})$,横、纵坐标的平均值即为几何中心A,计算公式为:

$$[0056] \quad A_x = \frac{1}{882} \sum_{j=1}^{882} (x_{j+1} - x_j)$$

$$[0057] \quad A_y = \frac{1}{882} \sum_{j=1}^{882} (x_{j+2} - x_{j+1})$$

[0058] 其中, A_x 代表散点图中A点横坐标平均值, A_y 代表散点图中A点纵坐标平均值。散点图的每个点到几何中心的所有距离的平均值,计算公式为:

$$[0059] \quad D = \frac{1}{882} \sum_{j=1}^{882} \sqrt{(x_{j+1} - x_j - A_x)^2 + (x_{j+2} - x_{j+1} - A_y)^2}$$

[0060] 在频域分析法中,谱分析法(SM)被广泛地应用于TWA的检测,并且具有较高的准确性。本发明将散点图法的检测结果即R和谱分析法的检测结果即 V_{twa} 进行比较。经MTALBE仿真分析,规定R的阈值为0.63,即 $R \leq 0.63$ 时,不存在T波交替; $R > 0.63$ 时,存在T波交替;

[0061] 如图2所示的TWA检测的散点图,以MIT/BIH数据库100信号的00:16:10~00:18:60时间范围内的散点图为例,如图2(a),T波交替幅度值为 $V_{twa}=0$,离散度 $R=0.41$,故在心跳周期中不存在TWA交替;以ST-T数据库e0105信号的00:04:50~00:06:55的散点图为例,如图2(b),T波交替幅度值为 $V_{twa}=128.76$,离散度 $R=3.76$,则有TWA出现。

[0062] 仿真结果分析:

[0063] 本发明选取原始抽样频率为360HZ的美国MIT/BIH标准心律失常数据库和原始抽样频率为250HZ的欧洲ST-T心电数据库的数据,并对两组数据库的数据进行再抽样,抽样频率为200HZ。本发明列出了两个心电数据库中的部分样本数据的仿真结果见表1,所有数据都来自1通道。

[0064] 表1:抽样数据

序号	记录号	数据来源	起始时间 (h:min:s)	终止时间 (h:min:s)	V _{twa} (uV)	R
1	103	MIT/BIH	00:04:57	00:07:02	74.0011	1.6017
2	103	MIT/BIH	00:01:46	00:03:51	169.7743	4.5198
3	102	MIT/BIH	00:10:09	00:12:56	0	0.2867
4	100	MIT/BIH	00:02:03	00:04:02	0	0.1736
5	106	MIT/BIH	00:02:08	00:03:55	0	0.3496
6	100	MIT/BIH	00:02:48	00:05:06	0	0.3151
7	105	MIT/BIH	00:06:09	00:09:03	59.5089	1.084
8	104	MIT/BIH	00:09:49	00:12:32	36.8303	0.7651
9	103	MIT/BIH	00:04:02	00:06:03	68.781	1.1375
10	107	MIT/BIH	00:00:00	00:01:12	0	0.1397
11	100	MIT/BIH	00:00:00	00:01:07	0	0.2503
12	e0115	ST-T	01:08:04	01:12:03	80.106	1.9894
13	e0122	ST-T	01:16:05	01:17:04	108.3467	2.675
14	e0119	ST-T	00:02:10	00:04:58	46.2357	0.9728
15	e0118	ST-T	00:21:02	00:25:07	53.0107	0.7635
16	e0118	ST-T	00:16:57	00:20:67	0	0.3381
17	e0113	ST-T	00:07:55	00:12:03	118.119	2.9352
18	e0110	ST-T	00:05:43	00:07:37	38.7016	0.8010
19	e0111	ST-T	00:06:05	00:10:01	0	0.2463
20	e0112	ST-T	00:03:52	00:06:47	39.9874	0.8853
21	e0113	ST-T	00:18:01	00:20:23	115.4021	2.8514
22	e0116	ST-T	00:00:01	00:03:07	80.9088	0.9944
23	e0105	ST-T	00:05:09	00:07:08	296.1079	6.1342

[0065] [0066] 从表1的数据中,可得出R和 V_{twa} 之间的相关系数,两者之间的相关系数 $\gamma = 0.9514$ 。对表1中 V_{twa} 和R的离散数据进行二次曲线拟合。 V_{twa} 和R之间关系式:

[0067] $R=8*10^{-7}V_{twa}^2+0.021V_{twa}+0.1295$

[0068] V_{twa} 和 R 的二次曲线拟合如图3所示(纵坐标为 R ,横坐标为 V_{twa}),其二次曲线的拟合度为0.9514。这表明散点图法的离散度 R 与谱分析法的 V_{twa} 具有很强的相关性,同时说明离散度指标可以应用到TWA的检测中。

[0069] 为了从定性的角度验证对于散点图离散度 R 和T波交替幅度值 V_{twa} 两种方法在检验T波交替时的一致性关系,本发明选用Kappa一致性检验;Kappa系数(K)适用于无序分类变量资料,用两种方法分别对 N 个观察对象逐个判断其属于 C 类别中的哪一类,其判断结果常以 $C \times C$ 列联表的形式表示,如表2:

[0070] 表2

	方法(1)	方法(2)					合计率		
		1	2	3	.....	C			
	1	A_{11}	A_{12}	A_{13}	.....	A_{1C}	A_1		a_1
	2	A_{21}	A_{22}	A_{23}	.....	A_{2C}	A_2		a_2
	3	A_{31}	A_{32}	A_{33}	.....	A_{3C}	A_3		a_3
[0071]	...	.....	.....	.....	.....	.....	.....		.....
	C	A_{C1}	A_{C2}	A_{C3}	.....	A_{CC}	A_C		a_C
	合计率	B_1	B_2	B_3	.....	B_C	N		
		b_1	b_2	b_3	.....	b_C			

[0072] 注: N :表示总例数; A_i 、 B_i :表示第 i 行、第 i 列的边缘值;

[0073] a_i 、 b_i :表示第 i 行、第 i 列的边缘概率; $a_i = \frac{A_i}{N}$; $b_i = \frac{B_i}{N}$ 。

[0074] Kappa系数 K 的计算公式为:

[0075]
$$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} P_o = \sum \frac{A_{ii}}{N} P_e = \sum a_i * b_i$$

[0076] 式中, P_o — P_e :实际一致率; $1-P_e$:非机遇一致率; A_{ii} : CC 联表中主对角线上的实际值。

[0077] 对于一致性强度的参考判断指标,本发明采用一致性强弱不同的六个区段划标准,即:

[0078] $K < 0$:极差;0.0~0.20:微弱;0.20~0.40:弱;0.40~0.60:中度;0.60~0.80:高度;0.80~1.00:极强。为了避免两本统计量存在抽样误差,机遇造成离散数据一致程度,本发明采用 u 检验,计算公式为:

[0079]
$$S_e(K) = \sqrt{\frac{P_o(1 - P_o)}{N(1 - P_e)}} \quad u = \frac{K}{S_e(K)}$$

[0080] u :标准正态分位数; $S_e(K)$: K 的标准误。

[0081] 用Kappa系数的计算原理定性判断T波交替的存在与否,得到散点图离散度 R 和T波

交替幅度值 V_{twa} 的2*2联表如表3所示:

[0082] 表4

	spectral method	Vector Angle Index method		合计	率
		+	-		
[0083]	+	55	13	68	0.6018
	-	7	38	45	0.3982
	合计	62	51	113	
	率	0.5487	0.4513		

[0084] 注:TWA不存在:定性为阴性,用“-”表示;

[0085] TWA存在:定义为阳性,用“+”表示。

[0086] 通过统计学中的Kappa一致性检验,进行分析谱分析法与散点图法各个指标检测结果的一致性,设 H_0 两种方法对应的结果无关, H_1 两种方法对应的结果有关系。

$$[0087] \quad P_o = \sum \frac{A_{ii}}{N} = \frac{A_{11}}{N} + \frac{A_{22}}{N} = \frac{55 + 38}{113} = 0.8230$$

$$[0088] \quad P_e = \sum a_i * b_i = a_1 * b_1 + a_2 * b_2 = 0.5099$$

$$[0089] \quad K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} = \frac{0.8230 - 0.5099}{1 - 0.5099} = 0.6388$$

$$[0090] \quad S_e(K) = \sqrt{\frac{P_o(1 - P_o)}{N(1 - P_e)}} = \sqrt{\frac{0.8230(1 - 0.8230)}{113(1 - 0.5099)}} = 0.0513$$

$$[0091] \quad u = \frac{K}{S_e(K)} = \frac{0.6388}{0.0513} = 12.4522$$

[0092] $P_0=0.8230$, $P_e=0.5099$, $K=0.6388$, 参考评价原则, K 属于0.60~0.80范围内, 表示一致性好, 同时, μ 为12.4522, 大于95%标准正态分布位数1.96, 故 $P<0.05$, 拒绝 H_0 , 接受 H_1 , 可认为两种检测方法具有一致性。

[0093] 以上两种评价方法表明 R 与 V_{twa} 具有很强的相关性, 离散度能够很好应用到T波交替的检测中。

[0094] 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明技术原理的前提下, 还可以做出若干改进和变形, 这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

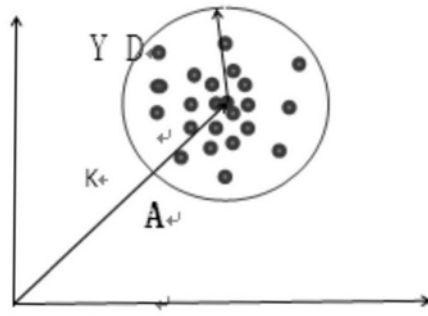


图1

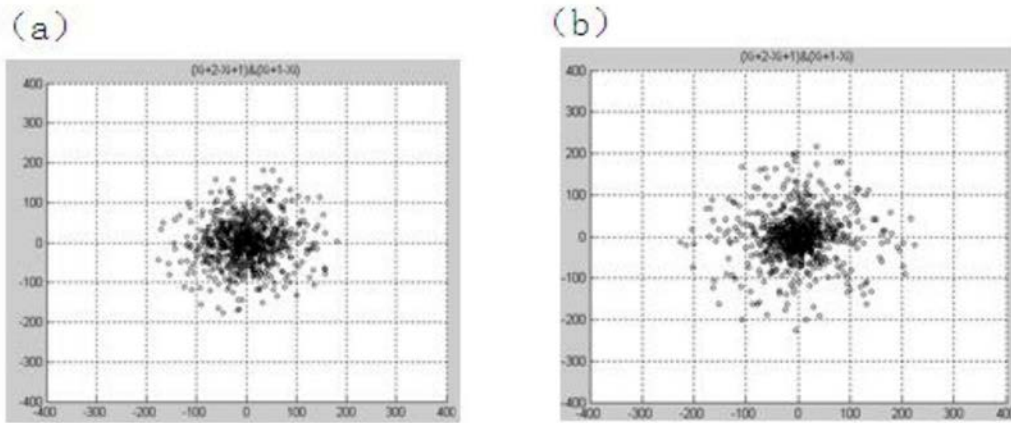


图2

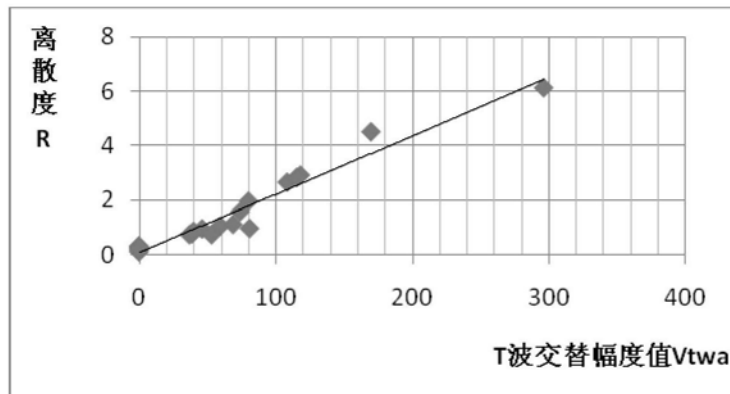


图3

专利名称(译)	一种基于散点图的离散度量化检测T波交替的方法		
公开(公告)号	CN110916648A	公开(公告)日	2020-03-27
申请号	CN201911280026.5	申请日	2019-12-13
[标]申请(专利权)人(译)	南京信息职业技术学院		
申请(专利权)人(译)	南京信息职业技术学院		
当前申请(专利权)人(译)	南京信息职业技术学院		
[标]发明人	郭慧		
发明人	郭慧		
IPC分类号	A61B5/0402 A61B5/0452 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/0402 A61B5/0452 A61B5/7203 A61B5/7235 A61B5/725		
代理人(译)	董建林		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明为一种研究T波交替的量化检测方法，探讨散点图分布密度与T波交替存在与否的关系，研究出一种散点图的离散度量化检测TWA的方法，即首先确定散点图几何中心，并计算出几何中心到坐标原点距离的归一化长度，然后统计散点图上每个散点距几何中心的平均距离，最后用每个散点到几何中心的距离的平均值与几何中心到原点的距离的比值来评价散点图的离散程度。采用matlab7.0仿真并与谱分析法比较，找出每个散点到几何中心的距离的平均值与几何中心到原点的距离的比值的合适阈值并判断T波交替是否存在，证明散点图的离散程度能够准确检测TWA。

