



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102198009 A

(43) 申请公布日 2011. 09. 28

(21) 申请号 201110158970. 0

(22) 申请日 2011. 06. 14

(71) 申请人 复旦大学

地址 200433 上海市杨浦区邯郸路 220 号

(72) 发明人 他得安 王文斌 韩海杰 杨白丁
王威琪

(74) 专利代理机构 上海正旦专利代理有限公司
31200

代理人 陆飞 盛志范

(51) Int. Cl.

A61B 8/08 (2006. 01)

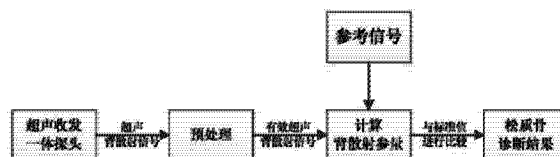
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

基于超声背散射信号参量的松质骨诊断系统

(57) 摘要

本发明属于医学超声技术领域,具体为一种基于超声背散射信号参量的松质骨诊断系统。该系统包括:超声背散射信号的获取模块、预处理模块、背散射参量计算模块和松质骨状况评价模块。本发明利用超声收发一体探头从人体跟骨处获取超声背散射信号,并提取出有效的松质骨超声背散射信号,再利用计算模块计算出背散射系数、表观积分背散射系数、频谱质心偏移量和平均骨小梁间距四个参量,最后用这四个参量通过与存储在系统内部标准数据库中的标准值比较来分析松质骨的健康状况。相比于传统的使用宽带超声衰减和超声传播速度的超声透射法诊断系统,本发明诊断系统能得到松质骨结构的完整信息,从而更好地检测人体松质骨的健康状况。



1. 一种基于超声背散射信号参量的松质骨诊断系统,其特征在于包括如下模块:

(1) 超声背散射信号的获取模块:该模块通过控制超声收发一体探头,测量背散射信号;测量过程中,每隔 1ms 超声探头发射一组超声脉冲到松质骨并接收超声背散射信号,每次测量发射 128 组超声脉冲并将所有得到的信号平均,以减小噪声;

(2) 预处理模块:该模块首先通过阈值判断法来确定背散射信号的开始位置,然后根据待测者输入的体重/身高比来估计他的软组织和皮质骨的厚度,根据采样率和超声传播速度计算出背散射信号中混合的反射信号的长度,然后去除这部分反射信号;最后选取感兴趣的松质骨厚度,用同样的方法计算信号长度,最后加时域窗截取出有效的超声背散射信号;

(3) 背散射参量的计算模块:该模块根据得到的有效背散射信号,再结合松质骨诊断系统中预存的参考信号,利用 FFT 分别得到背散射信号的幅度谱 $S_s(f)$ 和参考信号的幅度谱 $S_r(f)$,再由以下公式计算 4 个背散射参量:

$$BC(f) = 8.68 \ln \left(\frac{S_s(f)}{S_r(f)} \right) \quad (1)$$

$$AIB = \frac{1}{f_{\max} - f_{\min}} \int_{f_{\min}}^{f_{\max}} BC(f) df \quad (2)$$

$$SCS = f_c - \frac{\int_{f_{\min}}^{f_{\max}} f \langle S_s(f) \rangle df}{\int_{f_{\min}}^{f_{\max}} \langle S_s(f) \rangle df} \quad (3)$$

$$MTBS = c / (2 \times f_0) \quad (4)$$

其中, $f_{\min}$ 和 $f_{\max}$ 分别是超声探头 -6dB 有效带宽的最小值和最大值; f_c 为超声探头的中心频率, $\langle S_s(f) \rangle$ 为 128 次测量的背散射信号的频谱均值; f_0 为背散射信号的基频; BC 为背散射系数, AIB 为表观积分背散射系数, SCS 频谱质心偏移量, MTBS 为平均骨小梁间距;

(4) 松质骨状况评价模块:系统中的数据库保存有不同年龄、不同性别和不同体重/身高比下的各个背散射参量的标准值;在每次测量前,输入待测者的编号、姓名、性别、年龄、身高和体重等个人信息,该模块根据上述模块计算得到的背散射参量和对应的标准值进行比较,综合评价待测者的松质骨健康状况。

2. 根据权利要求 1 所述的基于超声背散射信号参量的松质骨诊断系统,其特征在于所述背散射信号的基频 f_0 的具体计算方法为:首先利用简易反向滤波器最小化超声换能器

脉冲响应和散射响应的影响,然后利用自相关技术加强背散射信号的周期性,最后用阈值判断和平均的方法求出 f_0 。

3. 一种基于权利要求 1 所述松质骨诊断系统的松质骨诊断方法,其特征在于具体步骤为:

(1) 将超声探头固定于人体的脚跟位置,在松质骨超声诊断系统的控制下,向人体松质骨垂直发射超声脉冲波,超声波的传播受到松质骨微结构的作用,背向散射回来的超声信号由同一超声探头接收;

(2) 将步骤 (1) 中接收到的信号通过并行数据总线传输到预处理模块中,进行信号预处理,再根据软组织和皮质骨的厚度去除其中的反射信号,最后通过加时域窗的方法来提取有效的背散射信号;

(3) 对步骤 (2) 中得到的有效背散射信号,结合系统中预存的参考信号,采用软件模块分别计算背散射系数 (BC),表观积分背散射系数 (AIB)、频谱质心偏移量 (SCS) 和平均骨小梁间距 (MTBS) 四个参量;

(4) 将步骤 (3) 中得到的四个参量与已经建立并储存在系统数据库中的标准值进行比较,来评价并显示松质骨的健康状况。

基于超声背散射信号参量的松质骨诊断系统

技术领域

[0001] 本发明属于医学超声技术领域,具体涉及一种松质骨超声诊断系统。

背景技术

[0002] 随着人口老龄化的加剧,骨质疏松已经成为影响公众健康的重要问题之一。患有骨质疏松时,会引起患者骨矿密度的下降和骨微结构的退化。目前常用的诊断骨质疏松的方法是双能 X 射线测量骨密度,但是由于它具有电离辐射且仪器成本比较昂贵,因此不能作为日常的检测手段。超声诊断具有无电离辐射、便捷、速度快、价格低廉等优势而日益受到人们的广泛关注。

[0003] 目前常用的方法是超声透射法,它使用双探头获取人体跟骨处的超声透射信号,以宽带超声衰减 (BUA) 和超声传播速度 (SOS) 反映骨矿密度信息。超声背散射法相比于这种传统的超声透射法具有以下优点:(1) 超声背散射法使用收发一体探头,因此相对于超声透射法需要 2 个探头,它的测量位置更加灵活,易于探测跟骨以外的骨组织(例如脊骨、腕骨等)。(2)研究表明,骨质疏松的引起不仅是骨矿密度的下降,也和骨微结构的变化密切相关,相比于超声透射法只能检测骨矿密度的变化,超声背散射信号中含有骨微结构的全部信息,因此理论上能更加准确地诊断骨质疏松。

[0004] 目前理论上常用的用超声背散射信号定征松质骨结构状况的参数为背散射系数 (BC)、表观积分背散射系数 (AIB)、频谱质心偏移参数 (SCS) 和平均骨小梁间距 (MTBS),它们和松质骨的骨矿密度和微结构状况都有较高的相关性。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提出一种客观性好、诊断正确性高的人体松质骨诊断系统。

[0006] 本发明提供的人体松质骨诊断系统,是基于超声背散射信号参量的松质骨诊断软件系统。该系统包括:超声背散射信号的获取模块、预处理模块、背散射参量的计算模块、松质骨状况评价模块 4 个部分。

[0007] 下面对本发明内容做进一步介绍:

1. 超声背散射信号的获取模块:通过使用松质骨超声诊断系统控制超声收发一体探头,在探头表面均匀涂敷医用超声耦合剂后将其置于待测者脚跟内侧较平整的位置,然后进行测量。测量过程中,每隔 1ms 超声探头发射一组超声脉冲到松质骨并接收超声背散射信号,每次测量发射 128 组超声脉冲并将所有得到的信号平均,以减小噪声;

2. 预处理模块:为得到有效的背散射信号,首先通过阈值判断法来确定背散射信号的开始位置,然后根据待测者输入的体重/身高比来估计他的软组织和皮质骨的厚度,根据采样率和超声传播速度计算出背散射信号中混合的反射信号的长度,然后去除这部分反射信号。最后通过选取感兴趣的松质骨厚度,用同样的方法计算信号长度,最后加时域窗截取出这部分有效的超声背散射信号;

3. 背散射参量的计算模块:根据得到的有效背散射信号,再结合松

质骨诊断系统中预存的参考信号,先利用FFT分别得到他们的幅度谱 $S_s(f)$ 和 $S_r(f)$ (其中 $S_s(f)$ 是有效的背散射信号的幅度谱, $S_r(f)$ 是参考信号的幅度谱)。再利用以下公式计算背散射参量:

$$BC(f) = 8.68 \ln \left(\frac{S_s(f)}{S_r(f)} \right) \quad (1)$$

$$AIB = \frac{1}{f_{\max} - f_{\min}} \int_{f_{\min}}^{f_{\max}} BC(f) df \quad (2)$$

$$SCS = f_c - \frac{\int_{f_{\min}}^{f_{\max}} f \langle S_s(f) \rangle df}{\int_{f_{\min}}^{f_{\max}} \langle S_s(f) \rangle df} \quad (3)$$

$$MTBS = c / (2 \times f_0) \quad (4)$$

其中 $f_{\min}$ 和 $f_{\max}$ 分别是探头 -6dB 有效带宽的最小值和最大值; f_c 为超声探头的中心频率, $\langle S_s(f) \rangle$ 为 128 次测量的背散射信号的频谱均值; f_0 为背散射信号的基频。利用公式 (1) 计算背散射系数 (BC), 利用公式 (2) 计算表观积分背散射系数 (AIB), 利用公式 (3) 计算频谱质心偏移量 (SCS), 利用公式 (4) 计算平均骨小梁间距 (MTBS)。

[0008] 4. 松质骨状况评价模块: 系统中的数据库保存了不同年龄、不同性别和不同体重/身高比下的各个背散射参量的标准值。在每次测量前, 输入待测者的编号、姓名、性别、年龄、身高和体重等个人信息, 系统利用计算出来的背散射参量和对应的标准值进行比较, 最后综合评价待测用户的松质骨健康状况。

[0009] 本发明中, 背散射信号的基频 f_0 的具体计算方法: 首先利用简易反向滤波器最小化超声换能器脉冲响应和散射响应的影响, 然后利用自相关技术加强背散射信号的周期性, 最后用阈值判断和平均的方法求出 f_0 。见图 2 所示。

[0010] 本发明系统的具体操作步骤为: 首先利用松质骨超声诊断硬件系统, 控制超声收发一体探头得到人体的松质骨超声背散射信号, 然后预处理, 得到有效的背散射信号, 在根据预存储在诊断系统中的参考信号, 分别计算 BC、AIB、SCS 及 MTBS 等四个背散射参量, 最后将这四个参量与诊断系统内数据库中的标准值进行对照, 来判断松质骨的健康状况。

[0011] 传统的基于超声透射法的诊断系统都是使用宽带超声衰减 (BUA) 和超声传播速度 (SOS) 这两个参数来评价人体的骨质状况, 与这种方法不同, 本发明提出了将背散射系数 (BC)、表观积分背散射系数 (AIB)、频谱质心偏移量 (SCS) 和平均骨小梁间距 (MTBS) 这四个背散射参量用于松质骨诊断系统, 从而来更简单有效地评价松质骨的健康状况。

附图说明

- [0012] 图 1 为松质骨超声诊断系统结构框图。
- [0013] 图 2 为基频 f_0 的计算框图。
- [0014] 图 3 为松质骨超声背散射诊断软件系统使用背散射参量诊断松质骨健康状况系统框图。
- [0015] 图 4 为待测者的人体松质骨超声背散射时域信号,其中矩形框中的是提取出来的有效的松质骨超声背散射信号。
- [0016] 图 5 为参考信号。
- [0017] 图 6 为不同年龄情况下,背散射系数 (BC) 的分布图。
- [0018] 图 7 为不同年龄情况下,表观积分背散射系数 (AIB) 的分布图。
- [0019] 图 8 为不同年龄情况下,频谱质心偏移量 (SCS) 的分布图。
- [0020] 图 9 为不同年龄情况下,平均骨小梁间距 (MTBS) 的分布图。

具体实施方式

[0021] 实施例：

下面以一名待测者为例,介绍整个测量过程,并在最后对本系统和传统的超声透射法进行比较。

[0022] 具体步骤为：

(1) 将超声探头固定于人体的脚跟位置,在松质骨超声诊断系统的控制下,向人体松质骨垂直发射超声脉冲波,超声波的传播受到松质骨微结构的作用,背向散射回来的超声信号由同一超声探头接收。

[0023] (2) 将步骤 (1) 中接收到的信号通过并行数据总线传输到预处理模块中,进行信号预处理,再根据软组织和皮质骨的厚度去除其中的反射信号,最后通过加时域窗的方法来提取有效的背散射信号。

[0024] (3) 对步骤 (2) 中得到的有效背散射信号,结合系统中预存的参考信号,采用软件模块分别计算背散射系数 (BC),表观积分背散射系数 (AIB)、频谱质心偏移量 (SCS) 和平均骨小梁间距 (MTBS) 四个参量。

[0025] (4) 将步骤 (3) 中得到的四个参量与已经建立并储存在系统数据库中的标准值进行比较,来诊断并显示松质骨的健康状况。

[0026] 步骤 (1) 中,使用松质骨超声诊断系统控制超声探头,在探头表面均匀涂敷医用超声耦合剂后,将探头固定在待测者的脚跟内侧平整处进行测量;测量过程中,探头向脚跟松质骨发射超声脉冲,背散射信号由同一探头接收,每一次测量经过 128 次平均以减小噪声干扰。因此要求在测量过程中,探头的位置要固定不动。

[0027] 步骤 (2) 中,由超声收发探头模块接收到松质骨的超声背散射信号之后,通过并行数据总线传输到预处理模块,进行数据预处理,预处理的方法是首先去除人体软组织和皮质骨的反射信号,具体方法为首先用阈值判断法得到背散射信号的起始位置,然后根据待测者的身高和体重估计其软组织和皮质骨的厚度,再利用超声的传播速度和 ADC 的采样率计算背散射信号中软组织和皮质骨反射信号的部分并去除它们。最后设定感兴趣的松质

骨的厚度,用同样的方法计算出信号长度,通过简单的矩形窗截取得到有效的背散射信号。

[0028] 松质骨超声诊断系统使用超声背散射参量诊断松质骨健康状况的过程由图 2 给出:首先使用超声收发一体探头在系统的控制下获取待测者跟骨处的超声背散射信号(如图 3 示),然后通过预处理截取有效的背散射信号(如图 3 矩形框中所示),最后结合参考信号(如图 4 矩形框所示),计算各个背散射参量(如图 5—8 所示),再根据系统内部的标准值判断松质骨的健康状况。

[0029] 从图 1 可以看出,与传统的使用两个探头的超声透射法相比,使用超声背散射法评价松质骨健康状况的方法只需要使用单一的超声探头,因此不仅节省成本,也能够测量更多的部位。从测量的背散射参量可以看出,与透射法参数只能反映松质骨骨矿密度相比,背散射法能够估计骨小梁间距,即能够反映松质骨微结构的变化,因此能够更加全面的评价松质骨的健康状况。

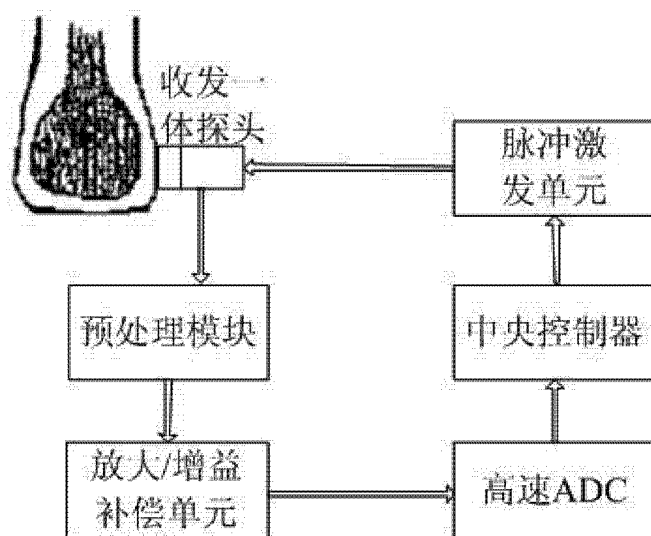


图 1

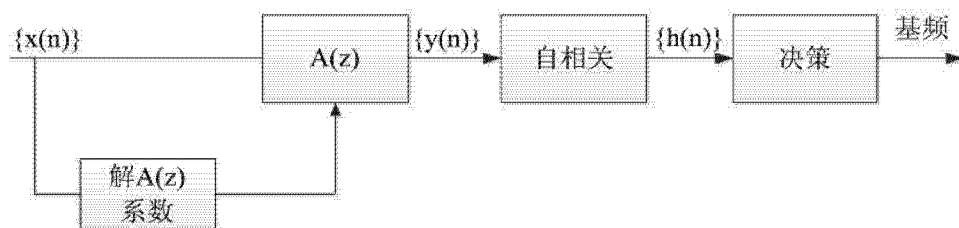


图 2

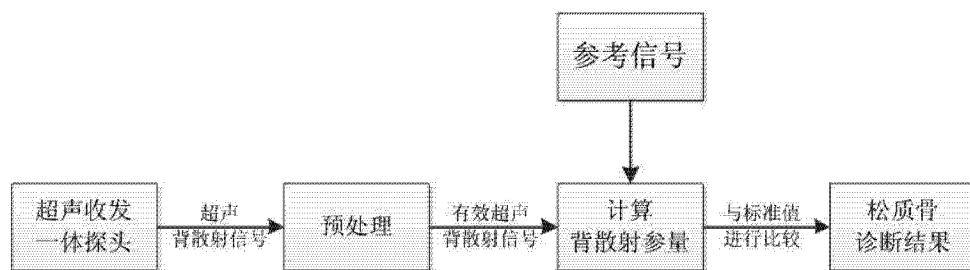


图 3

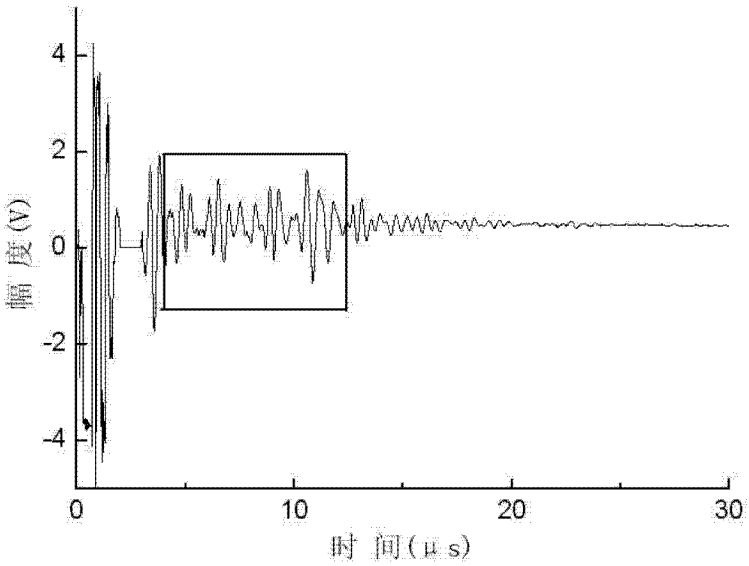


图 4

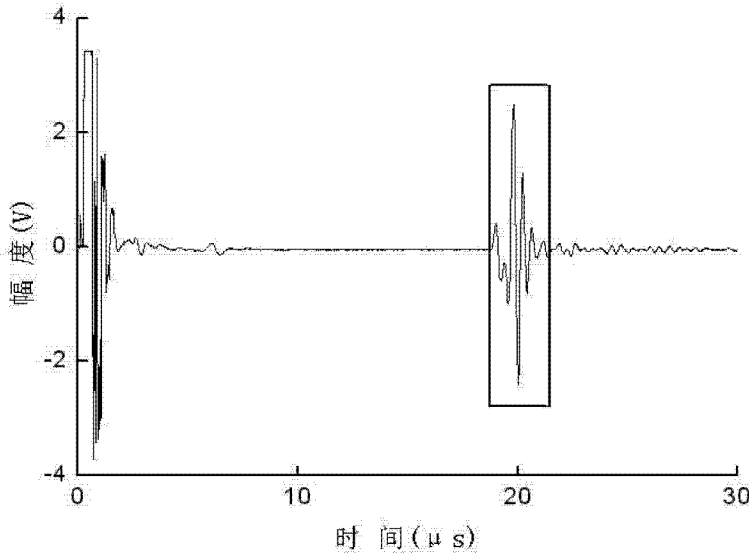


图 5

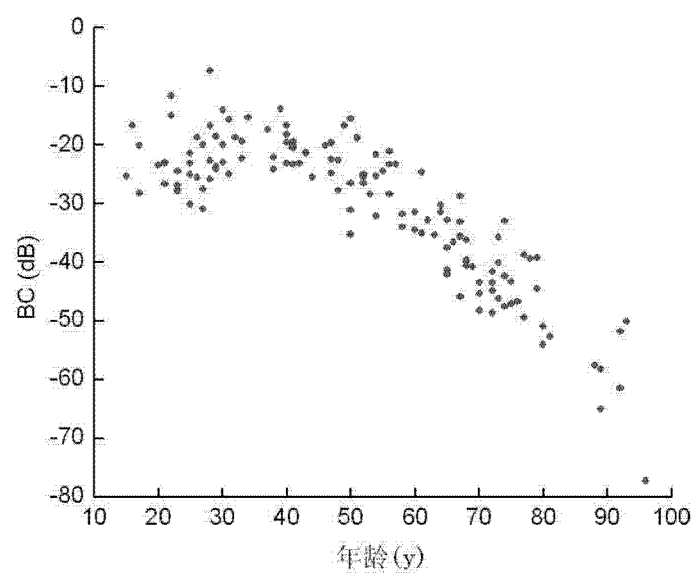


图 6

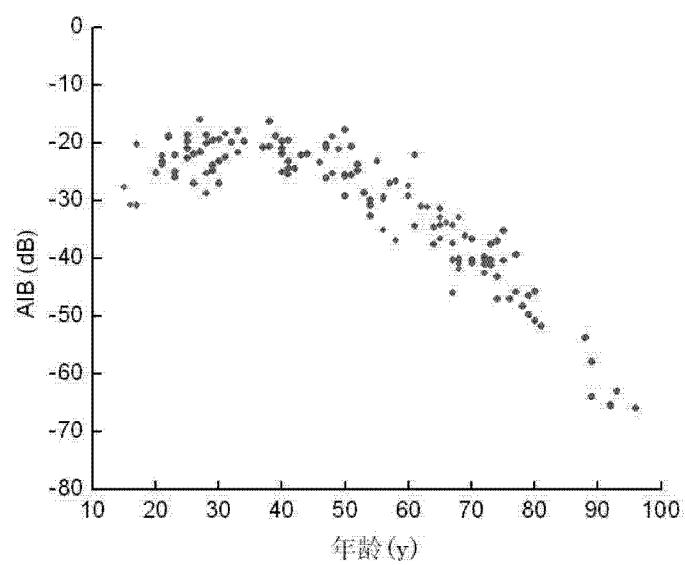


图 7

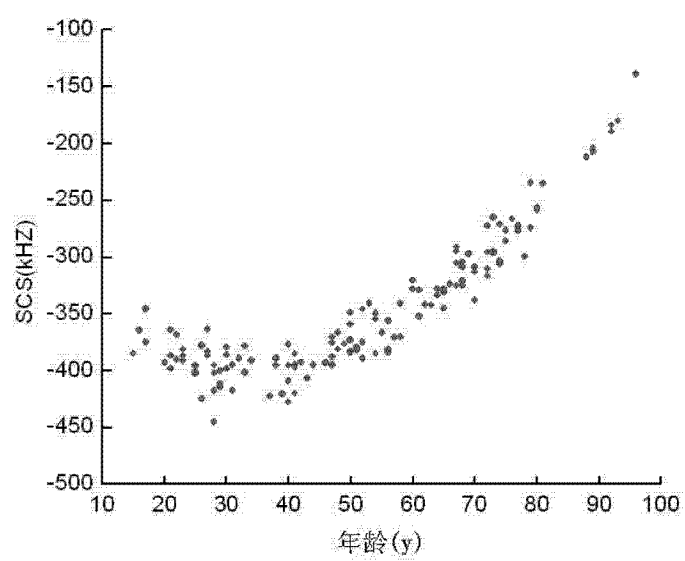


图 8

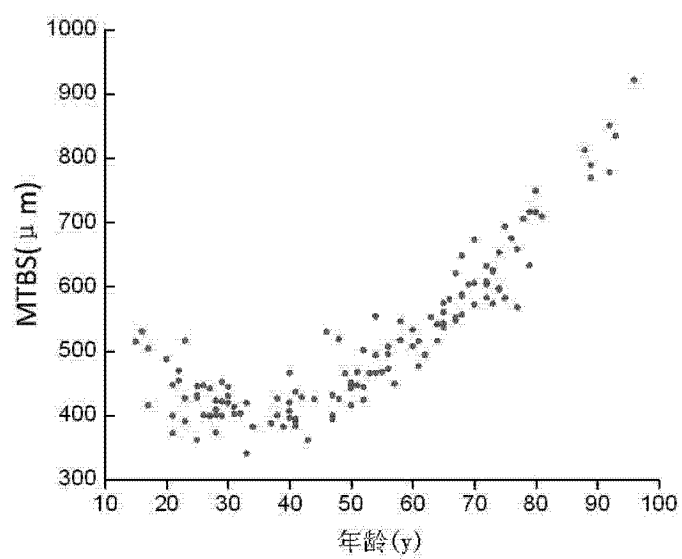


图 9

专利名称(译)	基于超声背散射信号参量的松质骨诊断系统		
公开(公告)号	CN102198009A	公开(公告)日	2011-09-28
申请号	CN201110158970.0	申请日	2011-06-14
[标]申请(专利权)人(译)	复旦大学		
申请(专利权)人(译)	复旦大学		
当前申请(专利权)人(译)	复旦大学		
[标]发明人	他得安 王文斌 韩海杰 杨白丁 王威琪		
发明人	他得安 王文斌 韩海杰 杨白丁 王威琪		
IPC分类号	A61B8/08		
代理人(译)	陆飞		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明属于医学超声技术领域，具体为一种基于超声背散射信号参量的松质骨诊断系统。该系统包括：超声背散射信号的获取模块、预处理模块、背散射参量计算模块和松质骨状况评价模块。本发明利用超声收发一体探头从人体跟骨处获取超声背散射信号，并提取出有效的松质骨超声背散射信号，再利用计算模块计算出背散射系数、表观积分背散射系数、频谱质心偏移量和平均骨小梁间距四个参量，最后用这四个参量通过与存储在系统内部标准数据库中的标准值比较来分析松质骨的健康状况。相比于传统的使用宽带超声衰减和超声传播速度的超声透射法诊断系统，本发明诊断系统能得到松质骨结构的完整信息，从而更好地检测人体松质骨的健康状况。

