



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110897656 A

(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201911288626.6

(22)申请日 2019.12.12

(71)申请人 首都医科大学附属北京友谊医院
地址 100050 北京市西城区永安路95号

(72)发明人 钱林学 曹艳平 张丽丽 李国洋
张岩峰 胡向东 刘玉江 时白雪

(74)专利代理机构 北京汲智翼成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11381
代理人 陈曦 刘娟

(51)Int.Cl.
A61B 8/08(2006.01)
A61B 8/00(2006.01)

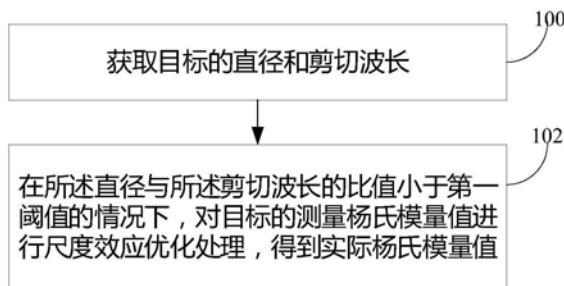
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

超声剪切波弹性测量方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种超声剪切波弹性测量方法及装置。其中,该方法包括如下步骤:获取目标的直径和剪切波长;在直径与剪切波长的比值小于第一阈值的情况下,根据目标的测量杨氏模量值、背景杨氏模量值、直径和剪切波长,对测量杨氏模量值进行尺度效应优化处理,得到目标的实际杨氏模量值。采用本发明提供的技术方案,能够得到更加准确的反映目标弹性特征的杨氏模量值,进而能提高相关人员基于杨氏模量值进行判断的准确度。



1. 一种超声剪切波弹性测量方法,其特征在于包括如下步骤:

获取目标的直径和剪切波长;

在所述直径与所述剪切波长的比值小于第一阈值的情况下,根据所述目标的测量杨氏模量值、背景杨氏模量值、所述直径和所述剪切波长,对所述测量杨氏模量值进行尺度效应优化处理,得到所述目标的实际杨氏模量值。

2. 如权利要求1所述的超声剪切波弹性测量方法,其特征在于:

所述第一阈值为1。

3. 如权利要求1所述的超声剪切波弹性测量方法,其特征在于所述尺度效应优化处理包括:

根据第一比值和第二比值进行线性关系运算,其中,所述第一比值是指所述测量杨氏模量值与所述实际杨氏模量值的比值,所述第二比值是指所述实际杨氏模量值与所述背景杨氏模量值的比值;

在所述线性关系中,所述直径与所述剪切波长的比值,影响所述线性关系中的斜率以及截距大小。

4. 如权利要求3所述的超声剪切波弹性测量方法,其特征在于所述线性关系为:

$$E/E_i = (a \times E_i/E_m + b) d/\lambda + (k \times E_i/E_m + e);$$

其中,E表示所述测量杨氏模量值, E_i 表示所述实际杨氏模量值, E_m 表示所述背景杨氏模量值,d表示所述直径, λ 表示所述剪切波长,a、b、k、e为预设值。

5. 如权利要求1~4中任意一项所述的超声剪切波弹性测量方法,其特征在于还包括:

在所述直径与所述剪切波长的比值大于第二阈值时,将所述测量杨氏模量值作为所述实际杨氏模量值。

6. 如权利要求4所述的超声剪切波弹性测量方法,其特征在于:

$$a=0.0302, b=0.0271, k=-0.169, e=0.861.$$

7. 一种超声剪切波弹性测量装置,其特征在于包括:

获取模块,用于获取目标的直径和剪切波长;

优化模块,用于在所述直径与所述剪切波长的比值小于第一阈值的情况下,根据所述目标的测量杨氏模量值、背景杨氏模量值、所述直径和所述剪切波长,对所述测量杨氏模量值进行尺度效应优化处理,得到所述目标的实际杨氏模量值。

8. 如权利要求7所述的超声剪切波弹性测量装置,其特征在于:

所述第一阈值为1。

9. 如权利要求7所述的超声剪切波弹性测量装置,其特征在于所述优化模块用于:

根据第一比值和第二比值进行线性关系运算,其中,所述第一比值是指所述测量杨氏模量值与所述实际杨氏模量值的比值,所述第二比值是指所述实际杨氏模量值与所述背景杨氏模量值的比值;

在所述线性关系中,所述直径与所述剪切波长的比值,影响所述线性关系中所述第二比值的系数大小以及所述线性关系中的常数项大小;

$$E/E_i = (a \times E_i/E_m + b) d/\lambda + (k \times E_i/E_m + e);$$

其中,E表示所述测量杨氏模量值, E_i 表示所述实际杨氏模量值, E_m 表示所述背景杨氏模量值,d表示所述直径, λ 表示所述剪切波长,a、b、k、e为预设值;

其中, $a=0.0302$, $b=0.0271$, $k=-0.169$, $e=0.861$ 。

10. 如权利要求7~9中任意一项所述的超声剪切波弹性测量装置,其特征在于所述优化模块还用于:

在所述直径与所述剪切波长的比值大于第二阈值时,将所述测量杨氏模量值作为所述实际杨氏模量值。

超声剪切波弹性测量方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超声剪切波弹性测量方法,同时也涉及相应的超声剪切波弹性测量装置,属于超声医学领域。

背景技术

[0002] 超声剪切波弹性成像技术是近二十年来超声领域出现的新技术,弹性是生物组织一个重要的力学参数,弹性的超声测量是超声医学研究的前沿课题,具有广泛的临床应用前景。

[0003] 超声剪切波弹性成像是由探头发发出剪切波,通过跟踪剪切波的传播速度得到组织杨氏模量值的一种弹性成像技术。此技术可以通过定量分析比较各组织间的弹性差异即杨氏模量值的大小来辅助临床诊断。

[0004] 然而,发明人发现:剪切波弹性成像技术受诸多因素影响,如软组织形变、组织各向异性、软组织的有限尺寸等,因此基于传统的超声剪切波弹性测量方法得到的杨氏模量值难以准确反映生物组织的真实弹性。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术所存在的缺陷,本发明的技术方案提供一种超声剪切波弹性测量方法及装置,其测量结果能够更加准确地反映生物组织的真实弹性。

[0006] 第一方面,本发明的技术方案提供一种超声剪切波弹性测量方法,包括如下步骤:

[0007] 获取目标的直径和剪切波长;

[0008] 在所述直径与所述剪切波长的比值小于第一阈值的情况下,根据所述目标的测量杨氏模量值、背景杨氏模量值、所述直径和所述剪切波长,对所述测量杨氏模量值进行尺度效应优化处理,得到所述目标的实际杨氏模量值。

[0009] 第二方面,本发明的技术方案提供一种超声剪切波弹性测量装置,包括:

[0010] 获取模块,用于获取目标的直径和剪切波长;

[0011] 优化模块,用于在所述直径与所述剪切波长的比值小于第一阈值的情况下,根据所述目标的测量杨氏模量值、背景杨氏模量值、所述直径和所述剪切波长,对所述测量杨氏模量值进行尺度效应优化处理,得到所述目标的实际杨氏模量值。

[0012] 采用本发明提供的各种技术方案,利用测量或计算得到的测量杨氏模量值、背景杨氏模量值、所述直径和所述剪切波长,对所述测量杨氏模量值进行尺度效应优化处理,从而能够得到更加准确的反映目标(例如,生物组织)真实弹性的实际杨氏模量值,进而提高相关人员基于杨氏模量值进行判断的准确性。

附图说明

[0013] 图1是本发明实施例提供的超声剪切波弹性测量方法的流程示意图;

[0014] 图2是本发明实施例提供的超声剪切波弹性测量装置的结构框图;

[0015] 图3是本发明实施例提供的电子设备的结构框图。

具体实施方式

[0016] 以下结合附图和具体实施方式对本发明的各个方面进行详细阐述。其中,众所周知的模块、单元及其相互之间的连接、链接、通信或操作没有示出或未作详细说明。并且,所描述的特征、架构或功能可在一个或一个以上实施方式中以任何方式组合。本领域技术人员应当理解,下述的各种实施方式只用于举例说明,而非用于限制本发明的保护范围。还可以容易理解,本文所述和附图所示的各实施方式中的模块或单元或步骤可以按各种不同配置进行组合和设计。

[0017] 图1是本发明实施例提供的超声剪切波弹性测量方法的流程示意图,参照图1,所述方法包括如下步骤:

[0018] 100:获取目标的直径和剪切波长。其中,目标是指适用于进行超声剪切波弹性测量的对象,例如甲状腺结节之类的生物组织、生物仿真实验中的弹性模型等。在本实施例中,以甲状腺结节为例进行说明。

[0019] 在本实施例中,“获取”不限于直接得到(例如,从第三方仪器的输出得到)或计算得到。可选地,在本实施例的一种实现方式中,可以直接利用现有仪器(例如,法国声科公司的实时剪切波弹性成像设备(机器型号:Super Sonic Imagine Aix Plover))测量得到目标的直径和杨氏模量值(测量杨氏模量值和背景杨氏模量值),然后根据公知的剪切波长 λ 与背景杨氏模量值 E_m 之间的关系($\lambda = \sqrt{E_m/3\rho/f_0}$)计算得到剪切波长 λ 。

[0020] 102:在所述直径与所述剪切波长的比值小于第一阈值的情况下,对目标的测量杨氏模量值进行尺度效应优化处理,得到实际杨氏模量值。

[0021] 可选地,在本实施例的一种实现方式中,所述第一阈值为1。即,在目标(例如,甲状腺结节)的直径小于剪切波长的情况下,进行尺度效应优化处理。

[0022] 可选地,在本实施例的一种实现方式中,所述尺度效应优化处理包括:根据所述目标的测量杨氏模量值、背景杨氏模量值、所述直径和所述剪切波长,对所述测量杨氏模量值进行尺度效应优化处理,得到所述目标的实际杨氏模量值。

[0023] 发明人在研究中发现,当肿瘤与周围组织硬度差别较大且尺寸较小时,应用超声剪切波弹性成像技术测量得到的杨氏模量值会被严重低估。进一步地,发明人创造性的发现,可以通过第一比值与第二比值之间的线性关系反映这种尺寸效应,其中,第一比值是指肿瘤的测量杨氏模量值与实际杨氏模量值的比值,第二比值是指其实际杨氏模量值与背景杨氏模量值(即,肿瘤周围组织的杨氏模量值)的比值。换言之,通过这种线性关系,可以得到更加准确的反映肿瘤真实弹性的杨氏模量值,特别是针对直径小于剪切波长的肿瘤。在一种实际应用中,相对于现有技术,本发明实施例对于毫米级(例如,5mm大小)结节的测量结果具有更高的准确性。

[0024] 发明人通过研究进一步发现,在上述线性关系中,当在斜率与截距中考虑到目标直径与剪切波长的比值时,测量结果更能准确反映目标的真实力学属性。换言之,发明人通过在上述线性关系中引入随目标特征变化而变化的截距和斜率,而不是通过固定的线性关系表示个体特征,得到的结果能够更加准确的反映目标自身的真实弹性。

[0025] 综上,本发明实施例通过利用测量杨氏模量值、背景杨氏模量值、直径和所述剪切波长,对所述测量杨氏模量值进行尺度效应优化处理,能够得到更加准确地反映目标力学特征的杨氏模量值。

[0026] 可选地,在本实施例的一种实现方式中,第一比值与第二比值之间的关系满足: $E/E_i = (a \times E_i/E_m + b) d/\lambda + (k \times E_i/E_m + e)$ 。其中,其中, E 表示所述测量杨氏模量值, E_i 表示所述实际杨氏模量值, E_m 表示所述背景杨氏模量值, d 表示所述直径, λ 表示所述剪切波长, a 、 b 、 k 、 e 则为预设值。

[0027] 关于 a 、 b 、 k 、 e ,为了提高所述线性关系计算结果的准确性,其值的设定可以考虑因测量仪器的不同而不同。参考性地一种设定为: $a=0.0302$, $b=0.0271$, $k=-0.169$, $e=0.861$ 。本领域技术人员可以针对不同的仪器,基于所述线性关系进行数据采集与分析(例如,数据分类与拟合),得到与仪器匹配的 a 、 b 、 k 、 e 值。

[0028] 在本实现方式的对比实验1中,采用法国声科公司出品的型号为Super Sonic Imagine Aix Plover的实时剪切波弹性成像设备,对直径为5mm的结节以及同样大小的背景(即周围组织)进行弹性测量,得到的相关参数如下: $E=29.0\text{kPa}$, $E_m=18.7\text{kPa}$, $E/E_m=1.55$ 。

[0029] 在对比实验1的基础上,采用本实现方式提供的方法对 E 的值进行尺度效应优化处理,得到相关参数如下: $E_i \approx 49\text{kPa}$, $E_i/E_m=2.62$ 。

[0030] 在本实现方式的对比实验2中,针对对比实验1中的结节和背景,采用静态应变弹性成像技术进行检测,得到的结节与背景的应变比为2.66。由于静态应变弹性成像技术的检测结果不受尺度效应影响,所以,应变比2.66可以作为真实值与对比实验1和本实现方式的测量结果进行对比。

[0031] 根据以上实验数据对比发现,对比实验1中的 $E/E_m=1.55$,相对于2.66而言明显低估了结节的硬度。而采用本实现方式提供的方法得到的 $E_i/E_m=2.62$,相对于对比实验1中的 $E/E_m=1.55$ 而言,明显更贴近实际值。因此,采用本实现方式提供的方法,相对于现有技术而言,能够得到更加准确的反映结节真实力学特征的杨氏模量值 E_i 。

[0032] 虽然未示出,但在结节直径小于剪切波长的情况下,针对其它直径(例如,4mm、8mm、10mm等)的结节进行的对比实验结果,同样支持前述结论。

[0033] 本发明的一个实施例还提供一种超声剪切波弹性测量方法,包括如下步骤:

[0034] 1) 获取目标的直径和剪切波长;2) 在所述直径与所述剪切波长的比值小于第一阈值的情况下,对测量杨氏模量值进行尺度效应优化处理,得到实际杨氏模量值(对该步骤2的说明请参照图1所示实施例中的详细描述);3) 在所述直径与所述剪切波长的比值大于第二阈值时,将所述测量杨氏模量值作为所述实际杨氏模量值。

[0035] 在本实施例中,基于直径与所述剪切波长的比值的不同,而采用不同的方法来确定实际杨氏模量值。这样,除了考虑到尺度效应影响较大的情况,还考虑到尺度效应影响较小的情况,更加全面。

[0036] 在本实施例的一种实现方式中,举例而言,第一阈值设为1。当然,本领域技术人员可以基于本发明前文提供的线性关系,进行数据采集与分析,进而根据需要设定第一阈值。第一阈值的参考标准为:在该阈值以下的情形,利用前述线性关系得到的测量结果能够达到较高的准确度。本领域技术人员可以自行把握准确度的程度,本发明无需赘述。

[0037] 在本实施例中,第二阈值作为尺度效应影响较大和尺度效应影响较小之间的界限值。在肿瘤检测方面,结节直径相比剪切波长的比值越大,尺度效应的影响越小。根据这样的规律,以甲状腺肿瘤检测为例,结合历史数据或者实验数据,本领域技术人员可以合理地选取第二阈值,选取的标准如下为宜:大于该阈值的情况下,将测量杨氏模量值作为实际杨氏模量值,能够准确反映结节特征;小于该阈值的情况下,将尺度效应优化处理后的结果作为实际杨氏模量值,能够准确反映结节特征。其中,准确的程度可以自行定义,例如,准确度达到99%即为准确。基于上述思路即可确定第二阈值,本发明实施例对第二阈值的数值不做具体限定。

[0038] 可选地,在本实施例的一种实现方式中,是否进行尺度效应优化处理的判断逻辑如下: $E/E_i = \max[\min[(0.0302E_i/E_m + 0.0271)d/\lambda + (-0.169E_i/E_m + 0.861), 1], E_m/E_i]$ 。其包含如下含义:

[0039] 当d比 λ 无限大时,E趋于等于 E_i , E/E_i 趋于1(不存在尺度效应或尺度效应可以忽略),所以与1之间取最小值。而且,结节永远比基质硬,故E不能小于 E_m ,所以 E/E_i 应与 E_m/E_i 比较取最大值。

[0040] 图2是本发明实施例提供的超声剪切波弹性测量装置的结构框图。参照图2,该装置包括获取模块20和优化模块22,下面进行详细说明。

[0041] 在本实施例中,获取模块20用于获取目标的直径和剪切波长。例如,从第三方设备接收目标的直径、背景杨氏模量值和测量杨氏模量值,并根据公知的剪切波长 λ 与背景杨氏模量值 E_m 之间的关系($\lambda = \sqrt{E_m/3\rho/f_0}$)计算得到剪切波长 λ 。所述第三方设备可以是法国声科公司的实时剪切波弹性成像设备(机器型号:Super Sonic Imagine Aix Plover)。

[0042] 再例如,前述第三方设备自身可以集成计算剪切波长 λ 的功能,此时所述获取模块20可以直接从第三方设备接收目标的直径和剪切波长。或者,所述获取模块20可以集成前述第三方设备的超声剪切波弹性测量功能(测量得到目标的直径、背景杨氏模量值和测量杨氏模量值)以及根据剪切波长 λ 与背景杨氏模量值 E_m 之间的关系计算剪切波长的功能,此时,所述获取模块20自身可以通过测量和计算得到目标的直径和剪切波长。

[0043] 在本实施例中,优化模块22用于在所述直径与所述剪切波长的比值小于第一阈值的情况下,对测量杨氏模量值进行尺度效应优化处理,得到所述目标的实际杨氏模量值。其中优化模块22具体用于根据所述目标的测量杨氏模量值、背景杨氏模量值、所述直径和所述剪切波长,对所述测量杨氏模量值进行尺度效应优化处理。

[0044] 可选地,在本实施例的一种实现方式中,第一阈值为1。

[0045] 可选地,在本实施例的一种实现方式中,优化模块22具体用于:根据所述测量杨氏模量值与所述实际杨氏模量值的比值(第一比值)和所述实际杨氏模量值与所述背景杨氏模量值的比值(第二比值)进行线性关系运算。在所述线性关系中,所述直径与所述剪切波长的比值,影响所述线性关系中所述第二比值的系数大小以及所述线性关系中的常数项大小。

[0046] 其中,所述线性关系为: $E/E_i = (a \times E_i/E_m + b)d/\lambda + (k \times E_i/E_m + e)$;E表示所述测量杨氏模量值, E_i 表示所述实际杨氏模量值, E_m 表示所述背景杨氏模量值,d表示所述直径, λ

表示所述剪切波长, a 、 b 、 k 、 e 为预设值;其中, $a=0.0302$, $b=0.0271$, $k=-0.169$, $e=0.861$ 。

[0047] 可选地,在本实施例的一种实现方式中,优化模块22还用于:在所述直径与所述剪切波长的比值大于第二阈值时,将所述测量杨氏模量值作为所述实际杨氏模量值。

[0048] 关于本装置实施例中相关处理、名词/术语、逻辑、技术效果等的解释,请参照前文所述方法实施例中的详细说明,此处不再赘述。

[0049] 图3是本发明实施例提供的电子设备的结构框图。该电子设备用于超声剪切波弹性测量,参照图3,其包括:存储器30和处理器32。其中,存储器30用于存储计算机指令,处理器32用于调用和执行所述计算机指令以进行以下处理:根据目标的测量杨氏模量值、背景杨氏模量值、直径和剪切波长,对所述测量杨氏模量值进行尺度效应优化处理,得到所述目标的实际杨氏模量值。其中,杨氏模量值、背景杨氏模量值、直径和剪切波长均可以预先测量或计算得到。

[0050] 可选地,在本实施例的一种实现方式中,处理器32还用于调用和执行所述计算机指令以进行以下处理:将所述测量杨氏模量值作为所述实际杨氏模量值。

[0051] 可选地,在本实施例的一种实现方式中,所述电子设备通过跟踪剪切波的传播速度得到目标的剪切弹性(包括测量杨氏模量值、背景杨氏模量值)。如图3中虚线框所示,所述电子设备包括:激励模块(探头),用于向目标施加超声波。此时,处理器32还用于测量所述目标的剪切弹性。

[0052] 在本实施例中,关于处理器32在什么情况下进行何种处理,以及关于相关名词术语、逻辑、效果等的描述,请参照前文方法实施例中的描述,此处不再赘述。

[0053] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到本发明可借助软件结合硬件平台的方式来实现。基于这样的理解,本发明的技术方案对背景技术做出贡献的全部或者部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以存储在存储介质中,如ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,智能手机或者网络设备等)执行本发明各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0054] 本发明说明书中使用的术语和措辞仅仅为了举例说明,并不意味构成限定。本领域技术人员应当理解,在不脱离所公开的实施方式的基本原理的前提下,对上述实施方式中的各细节可进行各种变化。因此,本发明的范围只由权利要求确定,在权利要求中,除非另有说明,所有的术语应按最宽泛合理的意思进行理解。

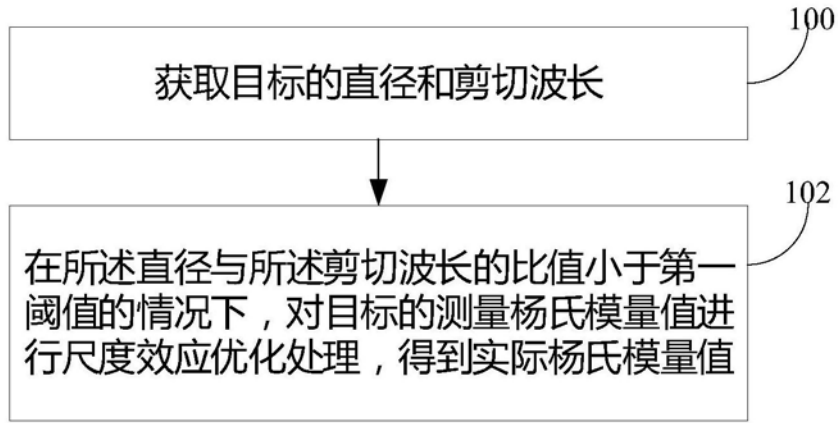


图1

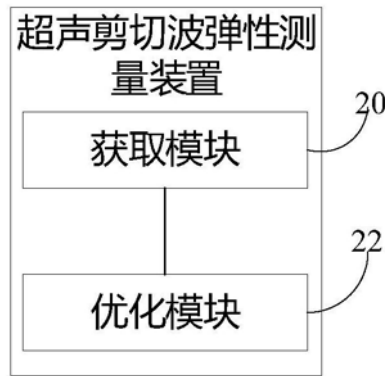


图2

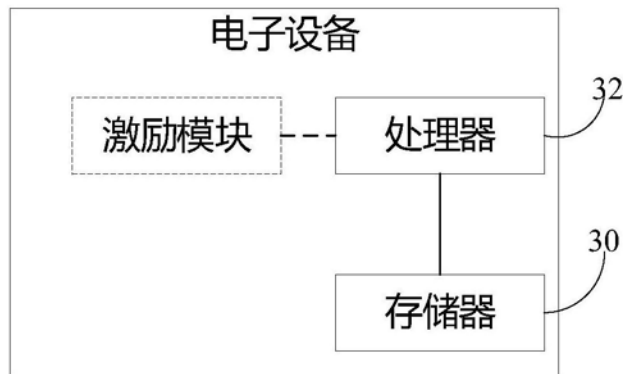


图3

专利名称(译)	超声剪切波弹性测量方法及装置		
公开(公告)号	CN110897656A	公开(公告)日	2020-03-24
申请号	CN201911288626.6	申请日	2019-12-12
[标]申请(专利权)人(译)	首都医科大学附属北京友谊医院		
申请(专利权)人(译)	首都医科大学附属北京友谊医院		
当前申请(专利权)人(译)	首都医科大学附属北京友谊医院		
[标]发明人	钱林学 曹艳平 张丽丽 李国洋 张岩峰 胡向东 刘玉江		
发明人	钱林学 曹艳平 张丽丽 李国洋 张岩峰 胡向东 刘玉江 时白雪		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/0833 A61B8/085 A61B8/4411 A61B8/485		
代理人(译)	陈曦 刘娟		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种超声剪切波弹性测量方法及装置。其中，该方法包括如下步骤：获取目标的直径和剪切波长；在直径与剪切波长的比值小于第一阈值的情况下，根据目标的测量杨氏模量值、背景杨氏模量值、直径和剪切波长，对测量杨氏模量值进行尺度效应优化处理，得到目标的实际杨氏模量值。采用本发明提供的技术方案，能够得到更加准确的反映目标弹性特征的杨氏模量值，进而能提高相关人员基于杨氏模量值进行判断的准确度。

