



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114062504 A

(43) 申请公布日 2022. 02. 18

(21) 申请号 202111420327.0

(22) 申请日 2021.11.26

(71) 申请人 中建深圳装饰有限公司

地址 518000 广东省深圳市罗湖区罗芳路  
口中饰大厦

(72) 发明人 曹亚军 高崇亮 蔡饶 程超  
许怀林

(74) 专利代理机构 深圳市中科创为专利代理有  
限公司 44384

代理人 王建成

(51) Int. Cl.

G01N 29/04 (2006.01)

G01N 29/44 (2006.01)

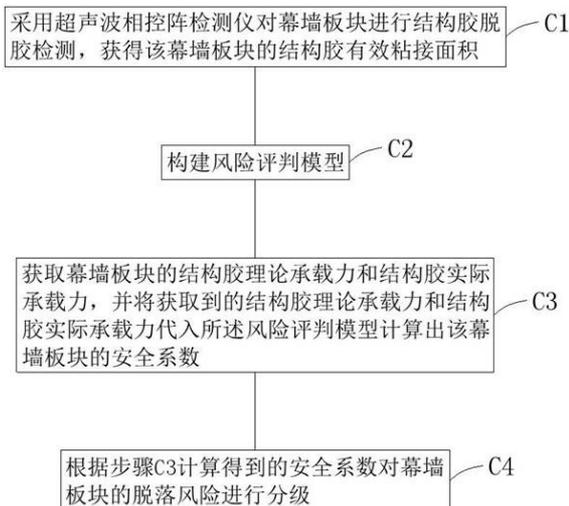
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法

(57) 摘要

本发明公开一种基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法,包括如下步骤:C1,采用超声波相控阵检测仪对幕墙板块进行结构胶脱胶检测,获得该幕墙板块的结构胶有效粘接面积;C2,构建风险评判模型,用于幕墙板块脱落风险评判;C3,获取幕墙板块的结构胶理论承载力和结构胶实际承载力,并将获取到的结构胶理论承载力和结构胶实际承载力代入所述风险评判模型计算出该幕墙板块的安全系数n;C4,根据步骤C3计算得到的安全系数n对幕墙板块的脱落风险进行分级。本发明实现在精确检测幕墙板块的结构胶脱胶缺陷的同时从结构安全性的角度评判幕墙板块的脱落风险,进一步推动了脱胶检测在实际工程中的应用。



1. 一种基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法,其特征在于,包括如下步骤:

C1,采用超声波相控阵检测仪对幕墙板块进行结构胶脱胶检测,获得该幕墙板块的结构胶有效粘接面积;

C2,构建风险评判模型,用于幕墙板块脱落风险评判;

所述风险评判模型包括用于计算结构胶理论承载力的结构胶理论承载力计算工具包、用于计算结构胶实际承载力的结构胶实际受力计算工具包和用于计算幕墙板块安全系数的安全系数计算工具包,所述安全系数计算工具包具体包括如下计算公式: $n = F1/F2$ ,式中 $n$ 代表幕墙板块的安全系数, $F1$ 代表结构胶理论承载力, $F2$ 代表结构胶实际承载力;

C3,获取幕墙板块的结构胶理论承载力和结构胶实际承载力,并将获取到的结构胶理论承载力和结构胶实际承载力代入所述风险评判模型计算出该幕墙板块的安全系数 $n$ ;

C4,根据步骤C3计算得到的安全系数 $n$ 对幕墙板块的脱落风险进行分级。

2. 根据权利要求1所述的基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法,其特征在于,所述步骤C1具体包括如下步骤:

C101,将超声波相控阵检测仪的相控阵探头放置在待检测的幕墙板块上,再根据待检测的幕墙板块的特性针对性调整超声波相控阵检测仪的各类参数;

C102,通过所述相控阵探头向幕墙板块发射超声波进行检测,并通过该相控阵探头接收超声回波信号;

C103,根据幕墙板块不同层次的结构胶粘接面,检测人员选择闸门框选超声回波信号中的幕墙板块第一层玻璃的底波信号或者幕墙板块第二层玻璃的底波信号,并使所述相控阵探头在该幕墙板块的结构胶粘接良好和不良的位置来回检测以找出信号的不同之处,然后根据不同胶层缺陷及S扫图的情况选择闸门位置,最后在所述超声波相控阵检测仪的C扫图上呈现出所检测出缺陷的信息;

C104,根据所述超声波相控阵检测仪的C扫图测量该幕墙板块的缺陷尺寸并计算出该幕墙板块的结构胶脱胶面积,再根据该幕墙板块的结构胶原始粘接面积减去该幕墙板块的结构胶脱胶面积,从而得到该幕墙板块的结构胶有效粘接面积。

3. 根据权利要求1所述的基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法,其特征在于,所述结构胶理论承载力计算工具包具体包括如下计算公式: $F1 = f1 \times S3$ ,式中 $F1$ 代表结构胶理论承载力, $f1$ 代表结构胶在风载荷或地震作用下的强度设计值, $S3$ 代表幕墙板块的结构胶有效粘接面积。

4. 根据权利要求1所述的基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法,其特征在于,所述结构胶实际受力计算工具包包括如下计算公式: $F2 = (W_k + 0.5SEK) \times S4 / 1000$ ,式中 $F2$ 代表结构胶实际承载力, $W_k$ 代表风荷载标准值, $SEK$ 代表地震作用标准值, $S4$ 代表幕墙板块的玻璃面积。

5. 根据权利要求1所述的基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法,其特征在于,所述步骤C4包括如下分级结果:

a、如果安全系数 $n$ 大于1,则认为该幕墙板块粘连稳固性高,幕墙板块处于正常工作状态,脱落风险极低,不需采取措施;

b、如果安全系数 $n$ 大于0.8且小于或等于1,则认为该幕墙板块粘连稳固性一般,幕墙板

块仍可正常工作,脱落风险较低,但需在后续检查中重点关注;

c、如果安全系数 $n$ 小于0.8,则认为该幕墙板块粘连稳固性差,幕墙板块处于异常工作状态,脱落风险较大,应立即更换或加固幕墙板块。

6.根据权利要求2所述的基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法,其特征在于,所述相控阵探头的晶片采用从首阵元到末阵元按照直线方向一维排布的单排线阵排布规律进行排布或者采用将环阵切割为小型扇阵的单排线性扇阵排布规律进行排布。

## 一种基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及建筑幕墙安全检测技术领域,尤其涉及一种基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法。

### 背景技术

[0002] 建筑幕墙作为建筑的外墙围护结构,凭借其新颖的外观和良好的使用性能广泛应用于各类建筑,但随着时间推移,幕墙构件不可避免会出现老化现象,导致幕墙使用性能下降甚至构件脱落引发安全事故。隐框玻璃幕墙是建筑幕墙的其中一种幕墙,其外片玻璃通过结构胶与内片玻璃固定,玻璃自重、外部的风荷载、地震及温度应力均由结构胶承担,因此,对结构胶的粘结状态进行检测是否脱胶以及脱胶程度对隐框玻璃幕墙的使用至关重要。

[0003] 目前,针对隐框玻璃幕墙结构胶脱胶检测的方法较少,部分学者提出了基于振动的结构胶脱胶检测方法,该方法主要原理为:结构胶脱胶会引起玻璃面板边界条件变化,从而导致幕墙玻璃自振频率的变化,因此,通过测量幕墙玻璃的振动频率就可以初步估计结构胶脱胶的尺寸。但实际工程中的玻璃面板边界条件相对试验更加复杂,如大量玻璃板块尺寸及厚度不同,结构胶规格及老化程度各异,难以通过测量玻璃板块振动频率得到隐框玻璃幕墙的结构胶准确脱胶面积,且难以得到脱胶的具体位置,无法针对性采取加固措施;另一方面,现有方法仅停留在脱胶的检测,缺少脱胶板块脱落风险的评判方法。因此,进一步发展高效的结构胶脱胶检测技术和脱胶板块脱落风险判别方法对于保证幕墙正常使用、保障人民生命财产安全具有重要意义。基于此,本发明提出一种基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法,用于精确检测结构胶脱胶缺陷,解决现有检测方法的诸多局限性,同时从结构安全性的角度去评判脱胶板块脱落风险。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提供一种基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法。

[0005] 本发明的技术方案如下:一种基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法,包括如下步骤:

C1,采用超声波相控阵检测仪对幕墙板块进行结构胶脱胶检测,获得该幕墙板块的结构胶有效粘接面积;

C2,构建风险评判模型,用于幕墙板块脱落风险评判;

所述风险评判模型包括用于计算结构胶理论承载力的结构胶理论承载力计算工具包、用于计算结构胶实际承载力的结构胶实际受力计算工具包和用于计算幕墙板块安全系数的安全系数计算工具包,所述安全系数计算工具包具体包括如下计算公式: $n = F1/F2$ ,式中 $n$ 代表幕墙板块的安全系数, $F1$ 代表结构胶理论承载力, $F2$ 代表结构胶实际承载力;

C3,获取幕墙板块的结构胶理论承载力和结构胶实际承载力,并将获取到的结构

胶理论承载力和结构胶实际承载力代入所述风险评判模型计算出该幕墙板块的安全系数n;

C4,根据步骤C3计算得到的安全系数n对幕墙板块的脱落风险进行分级。

[0006] 进一步地,所述步骤C1具体包括如下步骤:

C101,将超声波相控阵检测仪的相控阵探头放置在待检测的幕墙板块上,再根据待检测的幕墙板块的特性针对性调整超声波相控阵检测仪的各类参数;

C102,通过所述相控阵探头向幕墙板块发射超声波进行检测,并通过该相控阵探头接收超声回波信号;

C103,根据幕墙板块不同层次的结构胶粘接面,检测人员选择闸门框选超声回波信号中的幕墙板块第一层玻璃的底波信号或者幕墙板块第二层玻璃的底波信号,并使所述相控阵探头在该幕墙板块的结构胶粘接良好和不良的位置来回检测以找出信号的不同之处,然后根据不同胶层缺陷及S扫图的情况选择闸门位置,最后在所述超声波相控阵检测仪的C扫图上呈现出所检测出缺陷的信息;

C104,根据所述超声波相控阵检测仪的C扫图测量该幕墙板块的缺陷尺寸并计算出该幕墙板块的结构胶脱胶面积,再根据该幕墙板块的结构胶原始粘接面积减去该幕墙板块的结构胶脱胶面积,从而得到该幕墙板块的结构胶有效粘接面积。

[0007] 进一步地,所述结构胶理论承载力计算工具包具体包括如下计算公式: $F1 = f1 \times S3$ ,式中F1代表结构胶理论承载力,f1代表结构胶在风载荷或地震作用下的强度设计值,S3代表幕墙板块的结构胶有效粘接面积。

[0008] 进一步地,所述结构胶实际受力计算工具包具体包括如下计算公式: $F2 = (W_k + 0.5SEK) \times S4/1000$ ,式中F2代表结构胶实际承载力, $W_k$ 代表风荷载标准值,SEK代表地震作用标准值,S4代表幕墙板块的玻璃面积。

[0009] 进一步地,所述步骤C4包括如下分级结果:

a、如果安全系数n大于1,则认为该幕墙板块粘连稳固性高,幕墙板块处于正常工作状态,脱落风险极低,不需采取措施;

b、如果安全系数n大于0.8且小于或等于1,则认为该幕墙板块粘连稳固性一般,幕墙板块仍可正常工作,脱落风险较低,但需在后续检查中重点关注;

c、如果安全系数n小于0.8,则认为该幕墙板块粘连稳固性差,幕墙板块处于异常工作状态,脱落风险较大,应立即更换或加固幕墙板块。

[0010] 进一步地,所述相控阵探头的晶片采用从首阵元到末阵元按照直线方向一维排布的单排线阵排布规律进行排布或者采用将环阵切割为小型扇阵的单排线性扇阵排布规律进行排布。

[0011] 采用上述方案,本发明具有以下有益效果:

1、提出一种基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法,实现精确检测幕墙板块的结构胶脱胶缺陷,同时从结构安全性的角度评判了幕墙板块的脱落风险,解决了现有检测方法的诸多局限性,进一步推动了脱胶检测在实际工程中的应用;

2、通过超声波相控阵检测技术,可以有效检测幕墙板块的粘接面脱胶缺陷,便于直观查看脱胶缺陷外观及分布并精确测量脱胶缺陷尺寸。

## 附图说明

[0012] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图示出的结构获得其他的附图。

[0013] 图1为本发明提供的基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法的步骤流程图;

图2为本发明提供的基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法的结构胶脱胶检测的结构示意图;

图3为本发明提供的相控阵探头的晶片排布方式的结构示意图。

[0014] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

## 具体实施方式

[0015] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。

[0016] 参照图1至图3所示,本发明提供一种基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法,包括如下步骤:

C1,采用超声波相控阵检测仪1对幕墙板块2进行结构胶5脱胶检测,获得该幕墙板块2的结构胶有效粘接面积;进一步的,所述步骤C1具体包括如下步骤:

C101,将超声波相控阵检测仪1的相控阵探头3放置在待检测的幕墙板块2上,再根据待检测的幕墙板块2的特性针对性调整超声波相控阵检测仪1的各类参数(例如:增益、孔径等),使超声波相控阵检测仪1调整到能够清晰快速判断出幕墙板块2的结构胶5粘接良好和不良的状态,做好检测准备工作;具体的,所述相控阵探头3的晶片4采用从首阵元到末阵元按照直线方向一维排布的单排线阵排布规律进行排布或者采用将环阵切割为小型扇阵的单排线性扇阵排布规律进行排布;

C102,通过所述相控阵探头3向幕墙板块2发射超声波进行检测,并通过该相控阵探头3接收超声回波信号;

C103,根据幕墙板块2不同层次的结构胶5粘接面,检测人员选择闸门框选超声回波信号中的幕墙板块2第一层玻璃的底波信号或者幕墙板块2第二层玻璃的底波信号,并使所述相控阵探头3在该幕墙板块2的结构胶5粘接良好和不良的位置来回检测以找出信号的不同之处,然后根据不同胶层缺陷及S扫图的情况选择闸门位置,最后在所述超声波相控阵检测仪1的C扫图上呈现出所检测出缺陷的信息;

C104,根据所述超声波相控阵检测仪1的C扫图测量该幕墙板块2的缺陷尺寸并计算出该幕墙板块2的结构胶脱胶面积,再根据该幕墙板块2的结构胶原始粘接面积减去该幕墙板块2的结构胶脱胶面积,从而得到该幕墙板块2的结构胶有效粘接面积;

C2,构建风险评判模型,用于幕墙板块2脱落风险评判;进一步的,所述风险评判模型包括用于计算结构胶5理论承载力的结构胶理论承载力计算工具包、用于计算结构胶5实际承载力的结构胶实际受力计算工具包和用于计算幕墙板块2安全系数的安全系数计算工具包;

所述结构胶理论承载力计算工具包具体包括如下计算公式： $F1 = f1 \times S3$ ，式中F1代表结构胶理论承载力，f1代表结构胶在风载荷或地震作用下的强度设计值，在本实施例中，f1取 $0.2N/mm^2$ ，S3代表幕墙板块2的结构胶有效粘接面积，其数值为幕墙板块2的结构胶原始粘接面积减去结构胶脱胶面积；

所述结构胶实际受力计算工具包具体包括如下计算公式： $F2 = (W_k + 0.5SEK) \times S4/1000$ ，式中F2代表结构胶实际承载力， $W_k$ 代表风荷载标准值（根据幕墙板块2所在地区、玻璃标高等信息计算得出），SEK代表地震作用标准值（根据玻璃幕墙所在地区、外片玻璃厚度等信息计算得出），S4代表幕墙板块2的玻璃面积，其值为玻璃长度乘以宽度；

所述安全系数计算工具包具体包括如下计算公式： $n = F1/F2$ ，式中n代表幕墙板块2的安全系数，F1代表结构胶理论承载力，F2代表结构胶实际承载力；

C3，获取幕墙板块2的结构胶理论承载力和结构胶实际承载力，并将获取到的结构胶理论承载力和结构胶实际承载力代入所述风险评判模型计算出该幕墙板块2的安全系数n；

C4，根据步骤C3计算得到的安全系数n对幕墙板块2的脱落风险进行分级，具体包括如下分级结果：

a、如果安全系数n大于1，则认为该幕墙板块2粘连稳固性高，幕墙板块2处于正常工作状态，脱落风险极低，不需采取措施；

b、如果安全系数n大于0.8且小于或等于1，则认为该幕墙板块2粘连稳固性一般，幕墙板块2仍可正常工作，脱落风险较低，但需在后续检查中重点关注；

c、如果安全系数n小于0.8，则认为该幕墙板块2粘连稳固性差，幕墙板块2处于异常工作状态，脱落风险较大，应立即更换或加固幕墙板块2。

[0017] 以一安装于某城市高层建筑上且标高为100m的幕墙板块2作为实施例进行阐述，该幕墙板块2的玻璃尺寸为 $2000mm \times 1000mm$ ，外片玻璃厚度为8mm，结构胶原始粘接宽度为8mm，对其脱落风险的判别过程如下：

采用超声波相控阵检测仪1对幕墙板块2进行结构胶脱胶检测，获得该幕墙板块2的结构胶脱胶面积为 $25000mm^2$ ，从而可得到该幕墙板块2的结构胶有效粘接面积S3为 $22744mm^2$ （即为： $2000mm \times 8mm \times 2 + (1000 - 8 \times 2)mm \times 8mm \times 2 - 25000mm^2 = 22744mm^2$ ）；

通过公式 $F1 = f1 \times S3$ 计算得到该幕墙板块2的结构胶理论承载力F1为4548.8N；

根据该幕墙板块2所在地区等信息查阅相关规范，计算得到风荷载标准值 $W_k$ 为3.65，地震作用标准值SEK为0.082，并计算得到玻璃面积S4为 $2000000mm^2$ ，通过公式 $F2 = (W_k + 0.5SEK) \times S4/1000$ 可得到结构胶实际承载力F2为7382 N；

通过公式 $n = F1/F2$ 计算得到该幕墙板块2的安全系数n为0.62，根据分级结果判断该幕墙板块2粘连稳固性差，幕墙板块2处于异常工作状态，脱落风险较大，应立即更换或加固幕墙板块2。

[0018] 与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

1、提出一种基于超声波相控阵技术的幕墙板块脱落风险判别方法，实现精确检测幕墙板块的结构胶脱胶缺陷，同时从结构安全性的角度评判了幕墙板块的脱落风险，解决了现有检测方法的诸多局限性，进一步推动了脱胶检测在实际工程中的应用；

2、通过超声波相控阵检测技术，可以有效检测幕墙板块的粘接面脱胶缺陷，便于

直观查看脱胶缺陷外观及分布并精确测量脱胶缺陷尺寸。

[0019] 以上仅为本发明的较佳实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

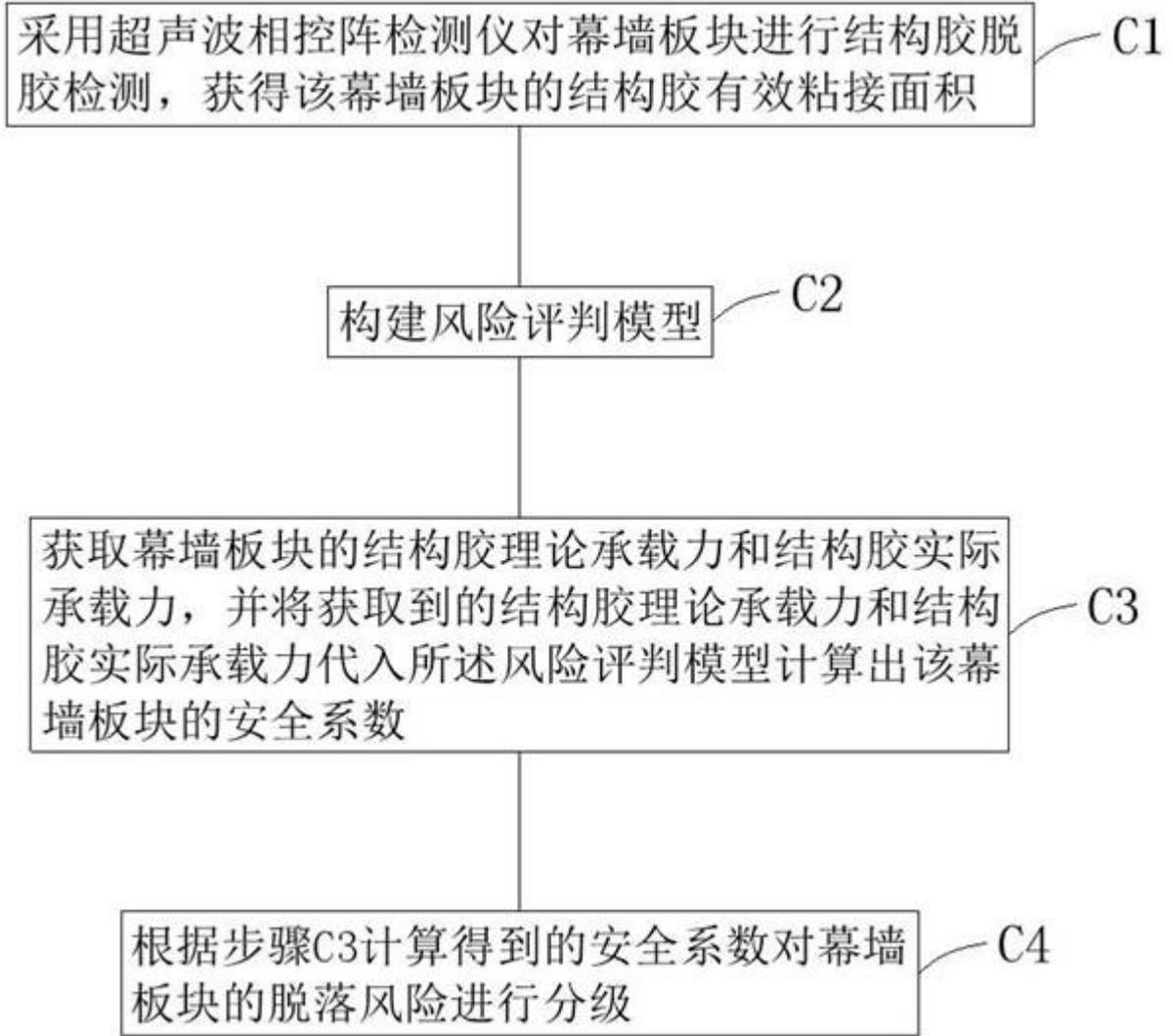


图1

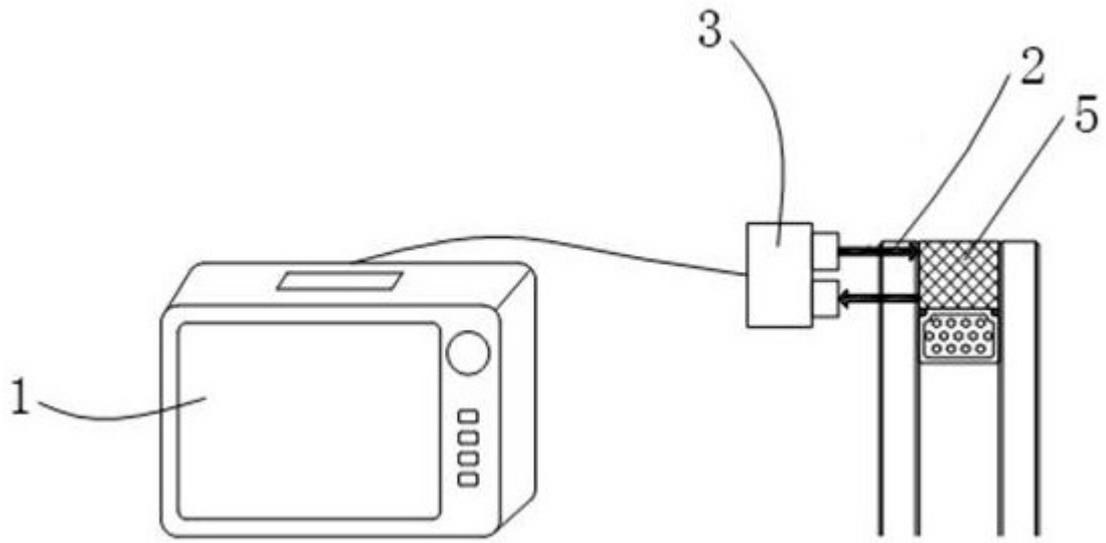
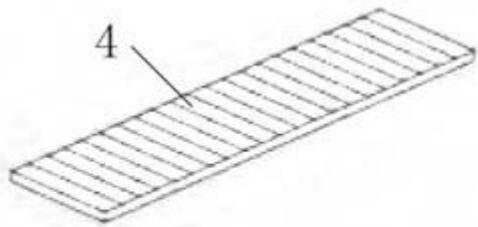
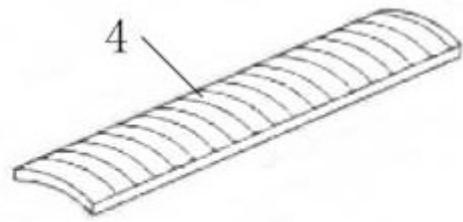


图2



单排线阵排布



单排线性扇阵排布

图3