



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109057002 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 25

(21) 申请号 201811018332.7

E04B 1/74 (2006.01)

(22) 申请日 2018.09.03

E04B 1/76 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109057002 A

(56) 对比文件

CN 105971157 A, 2016.09.28

JP 2012063062 A, 2012.03.29

JP 2012063062 A, 2012.03.29

JP 2012063062 A, 2012.03.29

US 2017226394 A1, 2017.08.10

US 2017226394 A1, 2017.08.10

(43) 申请公布日 2018.12.21

(73) 专利权人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市高新园区凌工路2号

赵金玲, 庄智, 李伯军. 建筑围护结构保温层经济厚度计算方法的研究. 建筑热能通风空调. 2005, (03), 第65-68页.

(72) 发明人 赵金玲 党伟康 李杰 韩雪

张恒与 吕涟漪

刘民科; 张学景;. 谐波反应法在计算自保温墙体负荷时的分析与评价. 砖瓦. 2011, (07), 第9-12页.

(74) 专利代理机构 大连星海专利事务所有限公司

21208

专利代理师 花向阳 杨翠翠

审查员 许志凡

(51) Int. Cl.

E04B 1/00 (2006.01)

E04B 2/00 (2006.01)

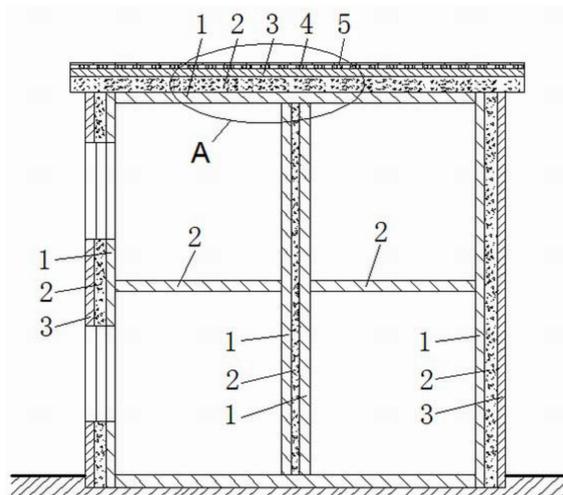
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种含蓄热层的建筑围护结构及蓄热层计算方法

(57) 摘要

一种含蓄热层的建筑围护结构及蓄热层计算方法,属于建筑热工及建筑节能技术领域。该建筑围护结构包括外墙体结构、内墙体结构和屋顶结构。外墙体结构包含蓄热层、结构层和保温层,内墙体结构包含蓄热层和结构层或包含两个蓄热层,屋顶结构包含蓄热层、结构层、保温层、防水层和保护层,并提出了蓄热层厚度的计算式。可根据材料导热系数、蓄热系数及热流波动周期计算得到蓄热层厚度。本发明使建筑墙体结构的蓄热层与结构层、保温层相对独立设置,既满足蓄热功能又不过度使用蓄热材料;蓄热层厚度的计算方法物理意义清晰,计算方法简单,易于在工程实践中推广应用。在节能建筑、装配式建筑、被动式建筑以及既有建筑改造中具有广泛的应用前景。



1. 一种含蓄热层的建筑围护结构的蓄热层计算方法,其特征是:该建筑围护结构包括外墙体结构、内墙体结构和屋顶结构,所述外墙体结构从室内至室外依次为蓄热层(1)、结构层(2)和保温层(3),所述屋顶结构从室内至室外依次为蓄热层(1)、结构层(2)、保温层(3)、防水层(4)和保护层(5);所述蓄热层(1)采用普通混凝土类、砂浆类、砌体类、石膏板类、黏土类、石材类高蓄热系数的蓄热材料结构,所述结构层(2)采用满足围护结构承重或隔断的结构,所述保温层(3)采用保温材料的结构,所述防水层(4)采用防水材料的结构;

所述内墙体结构包含两个蓄热层(1)和结构层(2),结构层(2)在两个蓄热层(1)的中间位置;

所述蓄热层厚度的计算式如下:

(a) 根据谐波分析法的温度剧烈波动层理论,得到蓄热层厚度 δ 计算式: $\delta = \lambda / S_T$

其中, δ 是温度波幅衰减为表面温度波幅1/2的有效蓄热层厚度,m; λ 是材料的导热系数, $W/(m \cdot ^\circ C)$; S_T 是热作用波动周期为T时的材料蓄热系数, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$;T是热作用的波动周期,h;

(b) 根据传递函数法的周期热穿透深度理论,得到蓄热层厚度 δ_e 计算式:

$\delta_e = \sqrt{2}\delta$ 其中, δ_e 是温度波幅衰减为表面温度波幅1/e的有效蓄热层厚度,m。

一种含蓄热层的建筑围护结构及蓄热层计算方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种含蓄热层的建筑围护结构及蓄热层计算方法,属于建筑热工及建筑节能技术领域。

背景技术

[0002] 随着近年来我国对降低建筑能耗、提高室内热舒适度及建筑工业化要求的提高,节能建筑、装配式建筑以及被动式超低能耗建筑等技术得到快速发展,并具有广阔的持续发展空间。节能建筑及装配式建筑的围护结构具有轻型化特点,即采用高热阻的轻型保温材料和结构材料提升保温性能,但是轻型建筑材料的蓄热系数往往较低,致使建筑围护结构热稳定性下降,对建筑能耗及室内热舒适度都造成不利影响。而在被动式建筑中,太阳辐射热能供应与建筑的热能需求在时间、强度和空间上存在不匹配的矛盾,围护结构蓄热是协调该矛盾的重要技术措施。因此,提升建筑围护结构蓄热性能对建筑技术发展具有重要意义。

[0003] 蓄热围护结构的技术途径主要包括改进蓄热材料及围护结构构造。目前,利用混凝土、黏土等重质材料的高蓄热性能进行显热蓄热的围护结构,价格低廉,技术相对简单,使用范围广泛。显热蓄热围护结构的构造一般为墙体、楼板和天花板等构件的结构层采用重质材料。例如,专利CN201410063784.2公开了一种太阳能集热和辐射制冷综合应用的特隆布墙,采用透明盖板、集热蓄热墙、空气流道、上下通风口等实现冬季房间白天供暖和夜间保温。专利CN201110163624.1,公开了一种120-270mm厚以上的外保温层和80-250mm厚的内蓄热层的高蓄热重质墙体计算,但是缺乏理论的分析计算。

[0004] 现有显热蓄热围护结构存在的问题在于:首先,根据周期性波动热流的传递规律,在围护结构内距迎波面一定厚度之外温度波动幅度很小,蓄热作用微弱,因此整个结构采用重质蓄热材料会造成重质材料的浪费,同时不利于节能建筑、装配式建筑等对轻型材料使用的要求;其次,现有蓄热围护结构的计算计算方法薄弱,相关标准规范大多为定性要求而缺乏量化计算方法,工程上主要依靠经验值估算。

[0005] 综上所述,尽管现有重质围护结构能在一定程度上解决建筑蓄热问题,然而,仍有以下问题亟待解决:(1)既满足蓄热功能又不过度使用重质蓄热材料的围护结构形式有待开发;(2)相应蓄热围护结构的计算计算方法有待提出。

发明内容

[0006] 为了克服现有技术中显热蓄热围护结构重质材料浪费、蓄热围护结构的量化计算方法薄弱等问题,本发明提供一种含蓄热层的建筑围护结构及蓄热层厚度的计算方法,该建筑围护结构应既满足蓄热功能又不过度使用重质蓄热材料的围护结构形式,将保温层、结构层、蓄热层分开设置并有序组合,结构层只需考虑其结构性能要求,不必考虑蓄热性能。因而可以有针对性的选择各层材料,充分发挥不同材料的优势,进而有效避免显热蓄热围护结构重质材料的浪费。

[0007] 本发明的技术方案:一种含蓄热层的建筑围护结构,它包括外墙体结构、内墙体结构和屋顶结构,其特征是:所述外墙体结构从室内至室外依次为蓄热层、结构层和保温层,所述内墙体结构包含两个蓄热层和结构层,结构层在两个蓄热层的中间位置,或所述内墙体结构包含两个蓄热层,所述屋顶结构从室内至室外依次为蓄热层、结构层、保温层、防水层和保护层;所述蓄热层采用普通混凝土类、砂浆类、砌体类、石膏板类、黏土类、石材类高蓄热系数的蓄热材料结构,所述结构层采用满足围护结构承重或隔断的结构,所述保温层采用保温材料的结构,所述防水层采用防水材料的结构。

[0008] 所述内墙体结构包含两个蓄热层和结构层。结构层在两个蓄热层的中间位置。

[0009] 所述内墙体结构包含两个蓄热层。

[0010] 所述的一种含蓄热层的建筑围护结构的蓄热层计算方法,所述蓄热层的厚度计算式如下:

[0011] (a)根据谐波分析法的温度剧烈波动层理论,得到蓄热层厚度 δ 计算式:

$$[0012] \quad \delta = \lambda / S_T$$

[0013] 其中, δ 是温度波幅衰减为表面温度波幅1/2的有效蓄热层厚度,m; λ 是材料的导热系数, $W/(m \cdot ^\circ C)$; S_T 是热作用波动周期为T时的材料蓄热系数, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$;T是热作用的波动周期,h。

[0014] (b)根据传递函数法的周期热穿透深度理论,得到蓄热层厚度 δ_e 计算式:

$$[0015] \quad \delta_e = \sqrt{2} \delta$$

[0016] 其中, δ_e 是温度波幅衰减为表面温度波幅1/e的有效蓄热层厚度,m;其他符号意义同前。

[0017] 本发明的有益效果是:

[0018] 1、提出既满足蓄热功能又不过度使用重质蓄热材料的围护结构形式,将保温层、结构层、蓄热层分开设置并有序组合,结构层只需考虑其结构性能要求,不必考虑蓄热性能。因而可以有针对性的选择各层材料,充分发挥不同材料的优势,进而有效避免显热蓄热围护结构重质材料的浪费。

[0019] 2、蓄热层设置在室内侧,直接与室内空气接触换热,对热量进行蓄存和释放,即当房间温度较高时室内的热量通过对流换热和辐射换热方式蓄存在蓄热层中,当室内温度较低时由蓄热层向房间释放热量,提高室内空气热稳定性。

[0020] 3、蓄热层厚度的计算方法物理意义清晰,计算方法简单,实用性强,适用范围广泛,容易在工程实践中推广应用。

[0021] 综上,本发明提出的含蓄热层的建筑围护结构及蓄热层计算方法是基于“温度剧烈波动层”理论或“周期热穿透深度”理论进行蓄热层厚度计算,实施含蓄热层建筑围护结构计算,充分发挥建筑本身的蓄热性能提高建筑热稳定性。

附图说明

[0022] 下面结合附图和实施方式对本发明进行详细说明。

[0023] 图1是一种含蓄热层的建筑围护结构图。

[0024] 图2是图1中的A放大图。

[0025] 图中:1蓄热层,2结构层,3保温层,4防水层,5保护层。

具体实施方式

[0026] 以下对本发明的具体实施方式进行详细说明。

[0027] 图1、2示出了一种含蓄热层的建筑围护结构图。图中,这种含蓄热层的建筑围护结构包括外墙体结构、内墙体结构和屋顶结构。外墙体结构从室内至室外依次为蓄热层1、结构层2和保温层3。屋顶结构从室内至室外依次为蓄热层1、结构层2、保温层3、防水层4和保护层5。蓄热层1采用普通混凝土类、砂浆类、砌体类、石膏板类、黏土类、石材类高蓄热系数的蓄热材料结构。结构层2采用满足围护结构承重或隔断的结构,保温层3采用保温材料结构,防水层4采用防水材料结构。内墙体结构包含两个蓄热层1和结构层2,结构层2在两个蓄热层1的中间位置,或内墙体结构包含两个蓄热层1。

[0028] 本发明技术方案的理论基础是建筑围护结构非稳态传热谐波分析法的“温度剧烈波动层”理论,也可基于传递函数法的“周期热穿透深度”理论。“温度剧烈波动层厚度”被定义为墙体结构内温度波幅衰减为表面温度波幅1/2处的厚度,此时热惰性指标 $D=1$ 。在“温度剧烈波动层厚度”内温度波动幅度大,根据热量计算式 $Q=mc\Delta t$,温度波动幅度衰减很大,热量大部分储存在“温度剧烈波动层”内,而在“温度剧烈波动层”之外的墙体结构部分,由于温度波幅小,对蓄热的作用相对不大。而“周期热穿透深度”被定义为墙体结构内温度波幅衰减为表面温度波幅 $1/e$ 处的深度,上述二者的物理意义相同,只是人为定义的衰减幅度不同。

[0029] 工作的第一步是计算蓄热层厚度。蓄热层厚度能够反映围护结构内温度波幅发生剧烈衰减的厚度,蓄热层厚度以内储存大部分热量起到蓄热作用,而蓄热层厚度以外的结构材料的蓄热作用可以忽略。

[0030] 根据谐波分析法“温度剧烈波动层”理论得到的蓄热层厚度 δ 计算式,计算式如下:

$$[0031] \quad \delta = \lambda / S_T \quad (a-1)$$

[0032] 其中, δ 是温度波幅衰减为表面温度波幅1/2的有效蓄热层厚度,m; λ 是材料的导热系数, $W/(m \cdot ^\circ C)$; S_T 是热作用波动周期为 T 时的材料蓄热系数, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$; T 是热作用的波动周期,h。

[0033] 也可以根据传递函数法“周期热穿透深度”理论得到的蓄热层厚度 δ_e 计算式,计算式如下:

$$[0034] \quad \delta_e = \sqrt{2} \delta \quad (b-1)$$

[0035] 其中, δ_e 是温度波幅衰减为表面温度波幅 $1/e$ 的蓄热层厚度,m;其他符号意义同前。

[0036] 当 $T=24h$ 时,根据相关设计规范或手册查得建筑材料的导热系数 λ 和蓄热系数 S_{24} ,计算得到几种常见建筑材料的蓄热层厚度 δ 及 δ_e 列于表1。

[0037] 当 $T=12h$ 时, $S_{12} = \sqrt{2} S_{24}$,根据相关设计规范或手册查得材料的导热系数 λ ,计算得到几种常见建筑材料的蓄热层厚度 δ 及 δ_e 列于表1。

[0038] 当 $T=8h$ 时, $S_{12} = \sqrt{3} S_{24}$,根据建筑材料相关计算手册查得材料的导热系数 λ ,计算得到几种常见建筑材料的蓄热层厚度 δ 及 δ_e 列于表1。

[0039] 表1几种建筑材料不同热流波动周期下的蓄热层厚度 δ 及 δ_e 。

建筑材料	λ [W/(m·°C)]	T=24h			T=12h			T=8h		
		S_{24} [W/(m ² ·°C)]	δ (cm)	δ_e (cm)	S_{12} [W/(m ² ·°C)]	δ (cm)	δ_e (cm)	S_8 [W/(m ² ·°C)]	δ (cm)	δ_e (cm)
[0040] 钢筋混凝土	1.74	17.20	10.1	14.3	24.32	7.2	10.1	29.79	5.8	8.3
水泥砂浆	0.93	11.37	8.2	11.6	16.08	5.8	8.2	19.69	4.7	6.7
灰砂砖砌体	1.1	12.72	8.6	12.2	17.99	6.1	8.6	22.03	5.0	7.1
石膏板	0.33	5.28	6.3	8.8	7.47	4.4	6.3	9.15	3.6	5.1
夯实粘土	1.16	12.99	8.9	12.6	18.37	6.3	8.9	22.50	5.2	7.3
花岗岩、玄武岩	3.49	25.49	13.7	19.4	36.05	9.7	13.7	44.15	7.9	11.2

[0041] 工作的第二步是确定含蓄热层的建筑构件形式。蓄热层1厚度按本发明所述式(a-1)或式(b-1)确定,结构层2的性能和厚度应该满足承重或隔断的要求,蓄热层1、结构层2及保温层3的总传热系数满足建筑节能规范围护结构传热系数限值的要求。

[0042] 实施例一 含蓄热层的外墙结构,主要构造由室内向室外依次包括蓄热层1、结构层2、保温层3。蓄热层1的作用是对热量进行蓄存和释放,即当房间温度较高时室内的热量通过对流换热和辐射换热方式热量蓄存在蓄热层1中,当室内温度较低时由蓄热层1向房间释放热量。蓄热层1采用普通混凝土类、砂浆类、砌体类、石膏板类、黏土类、石材类等高蓄热系数的蓄热材料结构,蓄热层1的厚度按本发明所述式(a-1)或式(b-1)确定;结构层2主要是满足墙体结构承重或隔断等结构性能要求,承重墙应选取力学等性能较好的材料;保温层3主要作用是房屋的保温,采用导热系数小的材料,以保证较大的传热热阻。含蓄热层的外墙体结构应满足建筑节能规范墙体传热系数限值的要求,从而计算出保温层和结构层的厚度。在不需承重的条件下,如框架结构的外墙可以不设置结构层。

[0043] 实施例二 含蓄热层的内墙结构,包含两个蓄热层1和结构层2,结构层2在两个蓄热层1的中间位置,或内墙体结构包含两个蓄热层1。蓄热层1采用普通混凝土类、砂浆类、砌体类、石膏板类、黏土类、石材类等高蓄热系数的蓄热材料结构,蓄热层1的厚度按本发明所述式(a-1)或式(b-1)确定;结构层2的材料和厚度应该满足承重或隔声的要求。在不需承重的条件下,如果根据本发明提出的蓄热层厚度计算方法计算得到的两侧蓄热层的总厚度达到内墙厚度要求,可以不设置结构层。

[0044] 实施例三 含蓄热层的屋顶结构,主要构造由室内向室外依次包括蓄热层1、结构层2、保温层3、防水层4和保护层5。蓄热层1采用普通混凝土类、砂浆类、砌体类、石膏板类、黏土类、石材类等高蓄热系数的蓄热材料结构,蓄热层1的厚度按本发明所述式(a-1)或式(b-1)确定;含蓄热层的屋顶结构应满足建筑节能规范屋顶传热系数限值的要求,从而计算出保温层2和结构层3的厚度;防水层4主要是防止雨水、生活用水等渗入围护结构而设置的材料层,且具有一定的抵抗外界破损的能力;保护层5的作用是保证屋面的平整度。

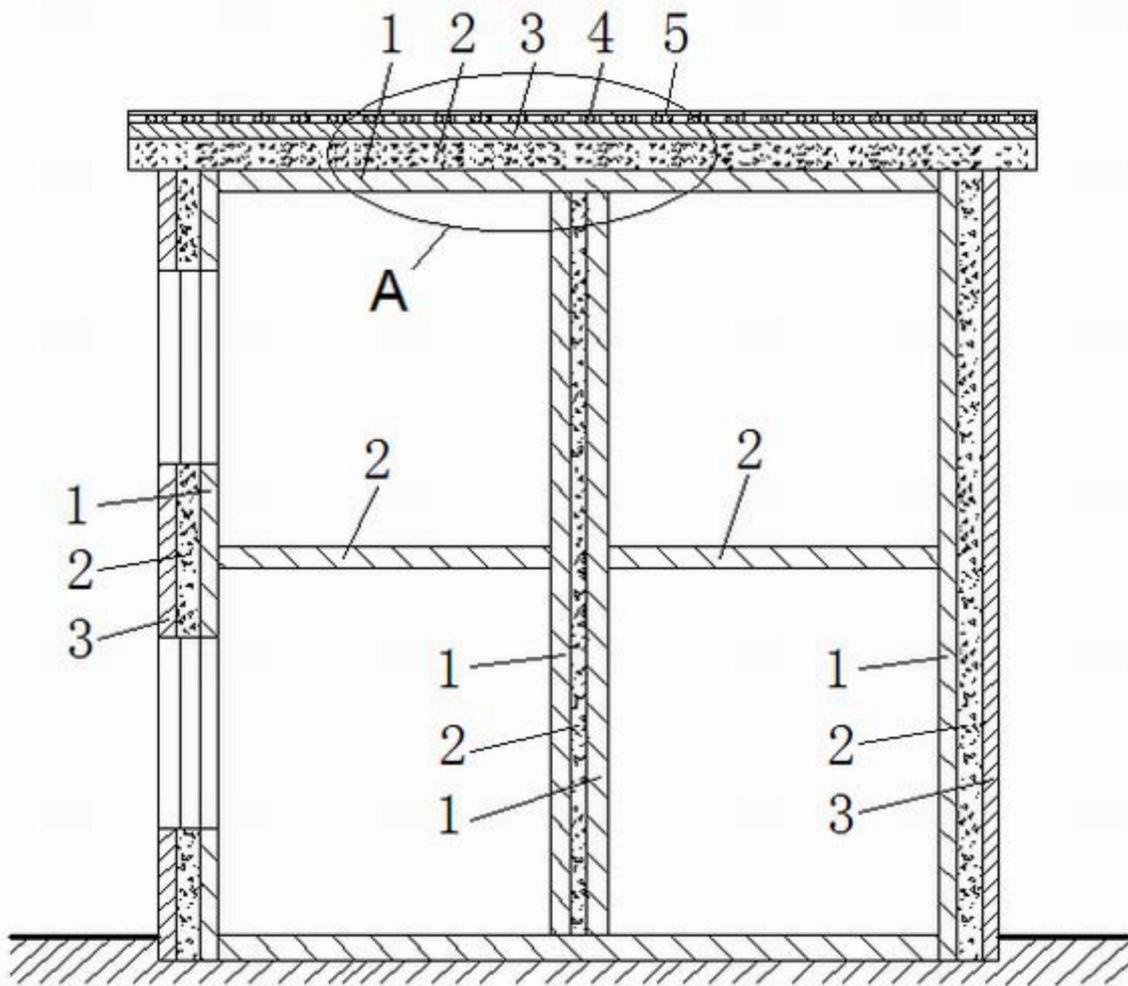


图1

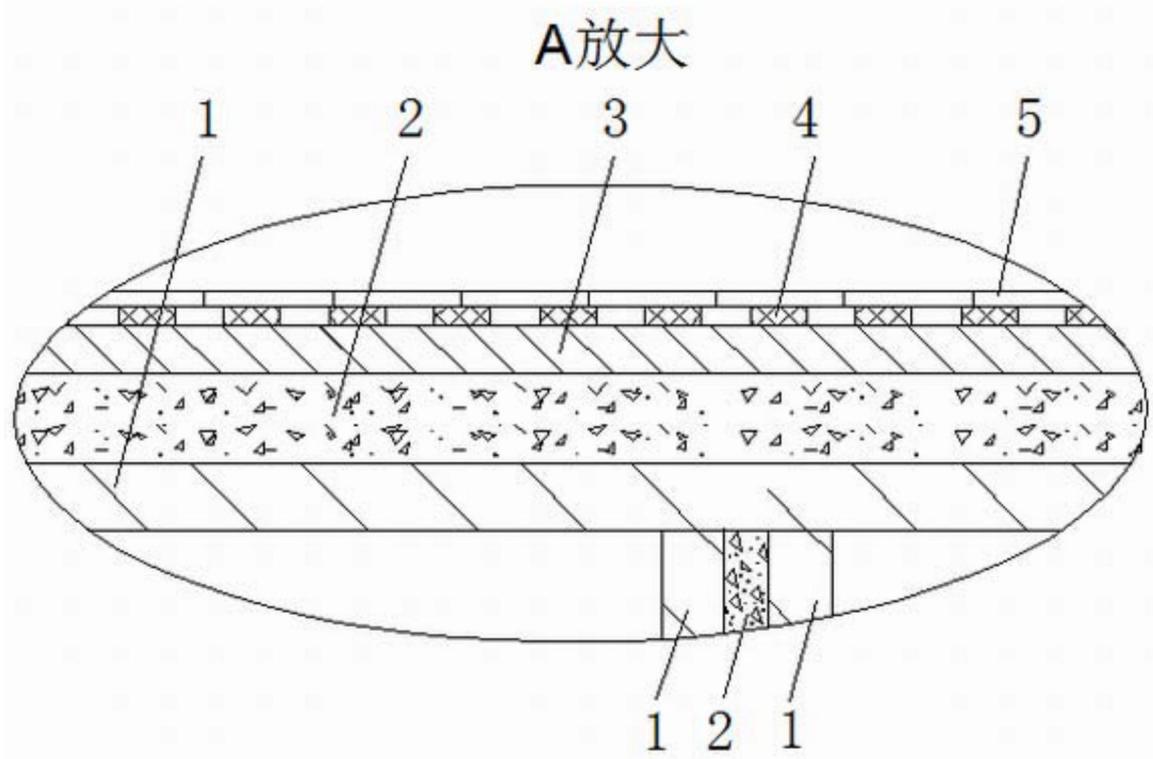


图2