



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111827529 A

(43) 申请公布日 2020.10.27

(21) 申请号 202010610125.1

(22) 申请日 2020.06.29

(71) 申请人 北新集团建材股份有限公司

地址 102209 北京市昌平区未来科学城南
区七北路9号北新中心A座1601室

申请人 中建材创新科技研究院有限公司

(72) 发明人 刘明海 王洪波 徐正东 刘占维

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理
有限公司 11262

代理人 李蒙蒙 龙洪

(51) Int.Cl.

E04B 2/78 (2006.01)

E04B 2/74 (2006.01)

E04B 1/82 (2006.01)

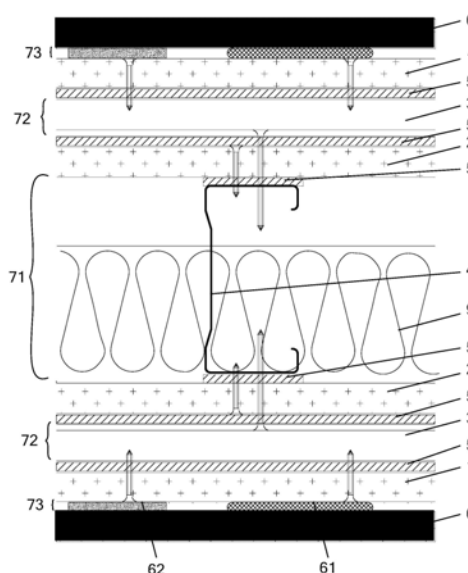
权利要求书2页 说明书13页 附图8页

(54) 发明名称

一种隔声复合墙体

(57) 摘要

本申请公开了一种隔声复合墙体,包括:竖向设置的支撑龙骨和设置于所述支撑龙骨两侧的墙体单元,所述墙体单元包括第一墙板、第二墙板以及设置于所述第一墙板和所述第二墙板之间的减震龙骨,所述第一墙板位于所述第二墙板远离所述支撑龙骨的一侧,两侧的所述墙体单元之间形成第一隔声空腔,所述第一墙板与所述第二墙板之间形成有第二隔声空腔。该隔声复合墙体中,通过设置减震龙骨和第一隔声空腔、第二隔声空腔,大大提高了墙体的隔声性能。



1. 一种隔声复合墙体, 其特征在于, 包括: 竖向设置的支撑龙骨和设置于所述支撑龙骨两侧的墙体单元, 所述墙体单元包括第一墙板、第二墙板以及设置于所述第一墙板和所述第二墙板之间的减震龙骨, 所述第一墙板位于所述第二墙板远离所述支撑龙骨的一侧, 两侧的所述墙体单元之间形成第一隔声空腔, 所述第一墙板与所述第二墙板之间形成有第二隔声空腔。

2. 如权利要求1所述的隔声复合墙体, 其特征在于, 所述减震龙骨包括依次连接的第一固定臂、连接臂和第二固定臂, 所述第一固定臂和所述第二固定臂相平行, 所述连接臂倾斜设置, 且所述连接臂与所述第二固定臂连接的一端朝向远离所述第一固定臂的一侧倾斜, 所述第一固定臂与所述第二墙板固定连接, 所述第二固定臂与所述第一墙板固定连接。

3. 如权利要求2所述的隔声复合墙体, 其特征在于, 所述第二固定臂远离所述第一固定臂的一端设有支撑边, 所述支撑边朝向所述第二墙板弯折, 且所述支撑边与所述第二墙板之间具有间隙;

所述支撑边为相对所述第二固定臂垂直设置的直边, 或者, 所述支撑边为相对所述第二固定臂倾斜设置的斜边, 且所述支撑边与所述第二固定臂之间的夹角为钝角。

4. 如权利要求3所述的隔声复合墙体, 其特征在于, 所述支撑边与所述第二墙板之间的间隙为3mm-12mm。

5. 如权利要求2所述的隔声复合墙体, 其特征在于, 所述第一固定臂远离所述第二固定臂的一端设有卷边, 所述卷边朝向所述第一墙板所在的一侧弯折, 且所述卷边与所述第一墙板之间具有间隙。

6. 如权利要求1-5中任一项所述的隔声复合墙体, 其特征在于, 所述减震龙骨的两端为自由端。

7. 如权利要求1-5中任一项所述的隔声复合墙体, 其特征在于, 所述减震龙骨与所述第一墙板之间、所述减震龙骨与所述第二墙板之间、以及所述支撑龙骨与所述墙体单元之间设有隔声条。

8. 如权利要求1-5中任一项所述的隔声复合墙体, 其特征在于, 所述减震龙骨与所述第一墙板通过第一紧固件固定, 所述减震龙骨、所述第二墙板与所述支撑龙骨通过第二紧固件固定, 所述第二墙板与所述支撑龙骨通过第三紧固件固定, 所述第一紧固件与所述第二紧固件交错设置, 所述第一紧固件与所述第三紧固件交错设置。

9. 如权利要求1-5中任一项所述的隔声复合墙体, 其特征在于, 两侧的所述墙体单元的所述第二墙板的板厚相同, 两侧的所述墙体单元的所述第一墙板的板厚相同, 所述第二墙板与所述第一墙板的板厚相同或不同;

或者, 两侧的所述墙体单元的所述第二墙板的板厚不同, 两侧的所述墙体单元的所述第一墙板的板厚不同, 且一侧的所述墙体单元的所述第二墙板与另一侧的所述墙体单元的所述第一墙板的板厚相同。

10. 如权利要求1-5中任一项所述的隔声复合墙体, 其特征在于, 所述墙体单元还包括装饰面板, 所述装饰面板固定在所述第一墙板远离所述第二墙板的一侧, 所述装饰面板与所述第一墙板之间形成有第三隔声空腔。

11. 如权利要求10所述的隔声复合墙体, 其特征在于, 所述装饰面板和所述第一墙板通过多个粘团粘接固定, 且所述装饰面板与所述第一墙板之间设有找平垫片。

12. 如权利要求10所述的隔声复合墙体,其特征在于,所述第三隔声空腔的厚度小于所述第二隔声空腔的厚度,所述第二隔声空腔的厚度小于所述第一隔声空腔的厚度。

13. 如权利要求10所述的隔声复合墙体,其特征在于,所述第一隔声空腔、所述第二隔声空腔和所述第三隔声空腔中的至少一个隔声空腔内填充有吸声材料形成的吸声层,所述吸声层的厚度小于其所在的隔声空腔的厚度。

14. 如权利要求1-5中任一项所述的隔声复合墙体,其特征在于,所述墙体单元中,相邻两层墙板的侧板边交错设置;

两侧的所述墙体单元的所述第二墙板的侧板边交错设置。

15. 如权利要求1-5中任一项所述的隔声复合墙体,其特征在于,所述隔声复合墙体还包括安装在所述墙体单元上的接线盒,位于两侧的所述墙体单元上且相邻的两个所述接线盒之间设有隔声层。

16. 如权利要求15所述的隔声复合墙体,其特征在于,位于两侧的所述墙体单元上且相邻的两个所述接线盒之间设有一个或多个支撑龙骨,所述一个或多个支撑龙骨中的至少一个上设有所述隔声层。

17. 如权利要求15所述的隔声复合墙体,其特征在于,所述接线盒的外部设有一端开口的外包壳,所述外包壳包括采用隔声材料制成的至少的一层壳体;或者,所述接线盒的盒体采用隔声材料制成。

一种隔声复合墙体

技术领域

[0001] 本文涉及但不限于建筑技术领域,尤指一种隔声复合墙体。

背景技术

[0002] 在现代建筑中,石膏板墙体作为一种轻质墙体而被越来越广泛地用作室内隔墙。石膏板墙体中,石膏板固定在轻钢龙骨上,利用轻钢龙骨对石膏板进行支撑固定。然而石膏板墙体虽然具有一定的隔声能力,但是很难达到良好的隔声效果,无法满足人们的需求。

发明内容

[0003] 以下是对本文详细描述的主题的概述。本概述并非是为了限制权利要求的保护范围。

[0004] 本申请实施例提供了一种隔声复合墙体,其通过设置多种隔声结构,使隔声复合墙体具有良好的隔声效果。

[0005] 本申请实施例提供了一种隔声复合墙体,包括:竖向设置的支撑龙骨和设置于所述支撑龙骨两侧的墙体单元,所述墙体单元包括第一墙板、第二墙板以及设置于所述第一墙板和所述第二墙板之间的减震龙骨,所述第一墙板位于所述第二墙板远离所述支撑龙骨的一侧,两侧的所述墙体单元之间形成第一隔声空腔,所述第一墙板与所述第二墙板之间形成有第二隔声空腔。

[0006] 该隔声复合墙体中,减震龙骨具有一定的弹性,当声波等能量作用于墙体或减震龙骨上时,减震龙骨会产生振动,通过振动将声能转化为固体机械振动能,再转化为热能而耗散掉,从而达到隔声、降噪的目的。两个墙体单元的第二墙板之间的第一隔声空腔、以及第一墙板与第二墙板之间的第二隔声空腔的设置,使墙体内部多了三层空气层,由于空气层的弹性层作用,类似于在墙体内部加入了三个弹簧或三个阻尼器,由于空气的振动衰减了声能,达到隔声的目的;同时由于空气层的加入,使声波在传播的过程中,会在不同的介质之间转换,增多了声波的反射和衰减,达到隔声、降噪的目的,大大提高墙体的隔声性能。

[0007] 本申请实施例的隔声复合墙体,通过设置减震龙骨和第一隔声空腔、第二隔声空腔,大大提高了墙体的隔声性能。

[0008] 本申请的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述。

附图说明

[0009] 附图用来提供对本申请技术方案的理解,并且构成说明书的一部分,与本申请的实施例一起用于解释本申请的技术方案,并不构成对本申请技术方案的限制。

[0010] 图1为本申请实施例一的隔声复合墙体的结构示意图;

[0011] 图2为本申请实施例的隔声复合墙体的墙体单元的结构示意图;

[0012] 图3a为本申请实施例的隔声复合墙体的一种减震龙骨的结构示意图一;

[0013] 图3b为本申请实施例的隔声复合墙体的一种减震龙骨的结构示意图二;

- [0014] 图3c为本申请实施例的隔声复合墙体的另一种减震龙骨的结构示意图一；
- [0015] 图3d为本申请实施例的隔声复合墙体的另一种减震龙骨的结构示意图二；
- [0016] 图4为本申请实施例二的隔声复合墙体的结构示意图；
- [0017] 图5为本申请实施例的隔声复合墙体的装饰面板的结构示意图；
- [0018] 图6为本申请实施例三的隔声复合墙体的结构示意图；
- [0019] 图7为本申请实施例的隔声复合墙体的龙骨的布置示意图。
- [0020] 附图标记：
- [0021] 1:第一墙板;2:第二墙板;3:减震龙骨;31:第一固定臂;32:第二固定臂;33:连接臂;34:卷边;35:支撑边;4:支撑龙骨;41:隔声层;5:隔声条;6:装饰面板;61:粘团;62:找平垫片;71:第一隔声空腔;72:第二隔声空腔;73:第三隔声空腔;81:第一紧固件;82:第二紧固件;83:第三紧固件;9:吸声层;10:接线盒;101:外包壳;102:密封胶;11:天龙骨;12:地龙骨;13:贯穿龙骨;14:竖龙骨。

具体实施方式

[0022] 下文中将结合附图对本申请的实施例进行详细说明。

[0023] 本申请实施例提供了一种隔声复合墙体,如图1和图2所示,包括:竖向设置的支撑龙骨4和设置于支撑龙骨4两侧的墙体单元,墙体单元包括第一墙板1、第二墙板2以及设置于第一墙板1和第二墙板2之间的减震龙骨3,第一墙板1位于第二墙板2远离支撑龙骨4的一侧,两侧的墙体单元之间形成第一隔声空腔71,第一墙板1与第二墙板2之间形成有第二隔声空腔72。其中,竖向是墙体安装后垂直于地面的方向,横向是指墙体安装后平行于地面的方向。

[0024] 该隔声复合墙体中,通过支撑龙骨4对墙体单元进行支撑固定,通过减震龙骨3对第二墙板(内墙板)2和第一墙板(外墙板)1进行连接。不仅第二墙板2和第一墙板1可起到一定的隔声作用,减震龙骨3也可起到隔声、降噪的效果。由于减震龙骨3具有一定的弹性,当声波等能量作用于墙体或减震龙骨3上时,减震龙骨3会产生振动,通过振动将声能转化为固体机械振动能,再转化为热能而耗散掉,从而达到隔声、降噪的目的。

[0025] 两个墙体单元的第二墙板2之间的第一隔声空腔71、以及第一墙板1与第二墙板2之间的第二隔声空腔72(两个)的设置,使墙体内多了三层空气层,由于空气层的弹性层作用,类似于在墙体内部加入了三个弹簧或三个阻尼器,由于空气的振动衰减了声能,达到隔声的目的;同时由于空气层的加入,使声波在传播的过程中,会在不同的介质之间转换,增多了声波的反射和衰减,达到隔声、降噪的目的,大大提高墙体的隔声性能。

[0026] 本申请实施例的隔声复合墙体,通过减震龙骨3和第一隔声空腔71、第二隔声空腔72配合,大大提高了墙体的隔声性能。

[0027] 一些示例性的实施例中,如图2-图3d所示,减震龙骨3包括依次连接的第一固定臂31、连接臂33和第二固定臂32,第一固定臂31和第二固定臂32相平行,连接臂33倾斜设置,且连接臂33与第二固定臂32连接的一端朝向远离第一固定臂31的一侧倾斜,第一固定臂31与第二墙板2固定连接,第二固定臂32与第一墙板1固定连接。其中,图3b和图3d中忽略了减振龙骨3的壁厚。

[0028] 第一固定臂31与第二固定臂32平行,且与第二墙板2和第一墙板1平行,以便第一

固定臂31与第二固定臂32分别与第二墙板2和第一墙板1贴合后进行固定。由于连接臂33倾斜设置,使得第一固定臂31和第二固定臂32交错设置(即第一固定臂31在第二固定臂32所在平面的投影与第二固定臂是分离的),且第一固定臂31和第二固定臂32的相靠近的端部(第一固定臂31的右端部与第二固定臂32的左端部)分别与连接臂33的两端连接。

[0029] 该减振龙骨3大致呈“之”字型,且弹性好,当声波等能量作用于减振龙骨3或墙体上时,减振龙骨3会产生振动,通过振动将声能转化为固体机械振动能,再转化为热能而耗散掉,从而达到隔声、降噪的目的,提高墙体的隔声性能。

[0030] 相比普通轻钢龙骨(如C型等)、Z型龙骨,“之”字型减振龙骨3具有更好的弹性,连接在“之”字型减振龙骨3两侧的第一墙板1和第二墙板2为非刚性连接,其一侧的墙板振动时,不易将振动传到另一侧墙板,从而提高墙体的隔声性能。

[0031] 由于弹性好的阻尼材料对低频具有很好的降噪作用,所以“之”字型减震龙骨3比Z型龙骨在低频时的吸声效果更好,尤其在100赫兹-300赫兹之间,“之”字型减震龙骨3吸声效果更好,可以弥补传统C型龙骨、Z型龙骨在低频吸声性能较差的不足。

[0032] 一些示例性的实施例中,如图2-图3d所示,第一固定臂31的远离第二固定臂32的一端(第一固定臂31的左端)设有卷边34,卷边34朝向第一墙板1所在的一侧弯折。其中,卷边34可为L形,使得第一固定臂31的端部形成U形结构。卷边34与第一墙板1之间具有间隙,二者不接触。当然,卷边34也可以为弧形,或者为竖边或斜边等形状。

[0033] 一些示例性的实施例中,如图2-图3d所示,第二固定臂32的远离第一固定臂31的一端(第二固定臂32的右端)设有支撑边35,支撑边35朝向第二墙板2弯折。支撑边35与第二墙板2之间具有间隙,二者不接触。

[0034] 卷边34和支撑边35的设置,能够增强减震龙骨3的结构强度,提高减震龙骨3对第一墙板1的支撑效果。卷边34与第一墙板1之间具有间隙,支撑边35与第二墙板2之间具有间隙,使得卷边34和支撑边35的设置不影响减震龙骨3在声波作用下的振动特性,以便不影响减震龙骨3的隔声、降噪效果。

[0035] 一些示例性实施例中,支撑边35与第二固定臂32之间的夹角 β 为 70° - 160° 。

[0036] 一些示例性实施例中,如图2-图3b所示,支撑边35为相对第二固定臂32垂直设置的直边,即支撑边35与第二固定臂32之间的夹角 β 为 90° 。

[0037] 一些示例性实施例中,如图3c和图3d所示,支撑边35为相对第二固定臂32倾斜设置的斜边,且支撑边35与第二固定臂32之间的夹角 β 为钝角。在一些示例性实施例中, β 的取值范围可为 100° - 160° ,如可为 110° 、 120° 、 130° 、 140° 、 150° 、 153° 、 155° 等。

[0038] 一些示例性实施例中,支撑边35为相对向第二固定臂32倾斜设置的斜边,且支撑边35与第二固定臂32之间的夹角 β 为锐角。在一些示例性实施例中, β 的取值范围可为 70° - 90° ,如可为 75° 、 80° 、 85° 等。

[0039] 一些示例性的实施例中,如图2所示,支撑边35与第二墙板2之间的间隙为3mm-12mm。

[0040] 第一墙板1通过螺钉(第一连接件81,下文将描述)固定在减振龙骨3的第二固定臂32上时,螺钉由外侧依次穿过第一墙板1和第二固定臂32。螺钉穿入的过程中,由于减振龙骨3具有弹性,减振龙骨3的第二固定臂32会向远离第一墙板1的方向运动变形,导致螺钉不能与减振龙骨3有效连接,此时一般在第二固定臂32和第二墙板2之间先垫上泡沫再打螺

钉,但在打上螺钉之后,泡沫难以完全取出,会减弱减振龙骨的弹性,降低墙体隔声性能。

[0041] 本申请发明人经过研究和实验,将支撑边35和与第二墙板32之间的间距设置为3mm-12mm(如5mm),螺钉穿入时,第二固定臂32发生适度形变后,支撑边35会抵接在第二墙板2上,进而限制第二固定臂32的形变距离,保证螺钉顺利穿入减振龙骨3的第二固定臂32,同时不影响隔声效果。

[0042] 一些示例性实施例中,如图2-图3d所示,支撑边35的高度B1小于减振龙骨3的高度B,使得支撑边35与第一固定臂31之间存在高度差(支撑边35与第一固定臂31远离第二固定臂32的端面之间的距离)B2。一些示例性实施例中,支撑边35与第一固定臂31远离第二固定臂32的端面之间的距离B2为3mm-10mm,以确保支撑边35与第二墙板2之间的间隙在3mm-12mm的范围内。

[0043] 一个示例性实施例中,支撑边35的高度B1可为20mm,减振龙骨3的高度B可为25mm,使得支撑边35与第一固定臂31远离第二固定臂32的端面之间的距离B2可为5mm。

[0044] 一些示例性实施例中,如图2-图3d所示,卷边34的高度B3小于减振龙骨3的高度B,使得卷边34与第一墙板1之间具有间隙,不影响减振龙骨3的隔声、降噪效果。

[0045] 一些示例性实施例中,卷边34的高度B3小于支撑边35的高度B1。一个示例性实施例中,减振龙骨3的高度B可为25mm,支撑边35的高度B1可为20mm,卷边34的高度B3可为3.5mm。在其他示例性实施例中,卷边34的高度B3可等于或大于支撑边35的高度B1。

[0046] 在其他示例性实施例中,在第二固定臂32的远离第一固定臂31的一端设置卷边34,而在第一固定臂31的远离第二固定臂32的一端设置支撑边35;或者,在该两端均设置卷边34,或者,在该两端均设置支撑边35。在第一固定臂31和第二固定臂32的相互远离的两端均设置卷边时,设置在第二固定臂32上的卷边与第一固定臂31远离第二固定臂32的端面之间的距离为3mm-10mm。

[0047] 一些示例性实施例中,如图2-图3d所示,连接臂33与第一固定臂31之间的夹角 α 为 100° - 160° 。如:夹角 α 可为 110° 、 118° 、 120° 、 122° 、 125° 、 128° 、 130° 、 133° 、 135° 、 140° 、 145° 、 150° 等。

[0048] 连接臂33与第一固定臂31之间的夹角 α 设置为 100° - 160° ,保证减振龙骨3具有足够的弹性和刚性,避免角度 α 过小导致的减振龙骨3弹性不足,隔声效果差,或者角度 α 过大导致的减振龙骨3刚性不足,不能稳固地支撑墙板。

[0049] 一些示例性实施例中,第一固定臂31的宽度A1与第二固定臂32的宽度A2不同。一个示例性实施例中,如图3a-图3d所示,第一固定臂31的宽度A1小于第二固定臂32的宽度A2。

[0050] 一些示例性实施例中,第一固定臂31的宽度A1大致等于第二固定臂32的宽度A2的一半。

[0051] 在一个示例性实施例中,如图3a和图3b所示,减振龙骨3的宽度A可为90mm,第一固定臂31的宽度A1可为23mm-27mm(如可为24mm),第二固定臂32的宽度A2可为50mm。

[0052] 在另一个示例性实施例中,如图3c和图3d所示,减振龙骨3的宽度A可为130mm,第一固定臂31的宽度A1可为23mm-27mm(如可为24mm),第二固定臂32的宽度A2可为50mm。

[0053] 在隔声墙体中时,减振龙骨3的第一固定臂31与内侧的第二墙板2连接,第二固定臂32与外侧的第一墙板1连接。当两个第一墙板1的接缝对应第二固定臂32时,需要将两个

第一墙板1的板边同时固定在第二固定臂32上,在打钉固定的时候,螺钉距离板边至少10mm以上,如果第二固定臂32太窄,就不好固定两个第一墙板1。因此,将第二固定臂32的宽度A2设置的较大,方便在两个第一墙板1的接缝处,在两侧两个第一墙板1的板边上打钉固定。

[0054] 一些示例性实施例中,减震龙骨的宽度A为50mm-150mm。在一个示例性实施例中,减振龙骨3整体的宽度A可为64mm或90mm或130mm。

[0055] 一些示例性实施例中,减震龙骨的高度B为10mm-50mm。在一个示例性实施例中,减振龙骨3整体的高度B可为15mm或25mm。

[0056] 一些示例性实施例中,减振龙骨3的壁厚可为0.4mm-1mm。在一个示例性实施例中,减振龙骨3的壁厚可为0.6mm或1mm。减振龙骨3的壁厚不限于0.6mm或1mm,可根据需要进行调整。

[0057] 一个示例性的实施例中,减振龙骨3的宽度A可为约64mm,高度B可为15mm,壁厚为0.6mm,即减振龙骨3的断面尺寸是 $64 \times 15 \times 0.6$ (简称64减振龙骨),断面尺寸更小,壁厚较薄,减振龙骨3弹性好,可以增强对中低频噪声的降噪功能。减振龙骨3的壁厚为0.6mm,为了增强减振龙骨3的降噪效果,在保证使用强度的情况下,可以使减振龙骨3的壁厚更薄,增强减振龙骨3的弹性,增强中低频降噪的能力。减振龙骨3弹性越好,其对低频的吸声效果越好。

[0058] 一个示例性的实施例中,减振龙骨3的宽度A可为约90mm,高度B可为25mm,壁厚为0.6mm,即减振龙骨3的断面尺寸是 $90 \times 25 \times 0.6$ 。

[0059] 一个示例性的实施例中,减振龙骨3的宽度A可为约130mm,高度B可为25mm,壁厚为0.6mm,即减振龙骨3的断面尺寸是 $130 \times 25 \times 0.6$ 。

[0060] 一些示例性的实施例中,减震龙骨3为钢龙骨。具体地,减震龙骨3可采用镀锌钢带制成,可与支撑龙骨4均为采用同种材料制成的轻钢龙骨。

[0061] 一些示例性实施例中,减振龙骨3的两端为自由端。

[0062] 减振龙骨3的一侧(内侧)与支撑龙骨4和第二墙板2连接,另一侧(外侧)与第一墙板1连接,两端为自由端,进而减振龙骨3实现悬浮设置在支撑龙骨4上。换句话说,减振龙骨3只有一侧(内侧)与建筑墙体(如天花板、地板、侧墙)或其结构件(如支撑龙骨、天地龙骨)固定连接,另一侧(外侧)仅连接第一墙板1,两端及另一侧(外侧)均没有连接结构件。悬浮设置的减振龙骨3的活动范围更大,弹性更好,所以对低频吸声更好。减振龙骨3的弹性越好,隔声墙体不但在低频段隔声量有显著提高,而且也减弱了吻合效应,其计权隔声量越大。

[0063] 一些示例性实施例中,减振龙骨3横向设置(如图2所示)或纵向设置或倾斜设置。

[0064] 竖向设置的减振龙骨3的上下两端不会与天地龙骨连接,使得减振龙骨3呈悬浮状态,两端自由。横向设置的减振龙骨3,其左右两端不与隔声墙体的竖向设置的龙骨(如支撑龙骨4)连接。

[0065] 一些示例性的实施例中,支撑龙骨4为C形龙骨、H形龙骨或Z形龙骨。

[0066] 下面结合三种墙体结构,描述减震龙骨3的隔声效果。

[0067] 1、墙体结构1:隔声量 $1:R_w(C;C_{tr}) = 49(-4;-12)$ dB

[0068] 构造:9.5厚(9.5mm厚,下同)普通纸面石膏板+12厚普通纸面石膏板+75轻钢龙骨(填50厚(50mm厚,下同)岩棉)+12厚普通纸面石膏板+9.5厚普通纸面石膏板

[0069] 2、墙体结构2:隔声量2: $R_w(C;Ctr) = 53\text{dB}$

[0070] 构造:9.5厚普通纸面石膏板+12厚普通纸面石膏板+Z型75龙骨(填50厚岩棉)+12厚普通纸面石膏板+9.5厚普通纸面石膏板

[0071] 3、墙体结构3:隔声量3: $R_w(C;Ctr) = 52(-2;-8)\text{dB}$

[0072] 构造:9.5厚普通纸面石膏板+12厚普通纸面石膏板+64减振龙骨+75轻钢龙骨(填50厚岩棉)+64减振龙骨+12厚普通纸面石膏板+9.5厚普通纸面石膏板

[0073] 表1

频率/Hz	隔声量/dB		
	墙体结构 1	墙体结构 2	墙体结构 3
100	18.2	30.5	25.4
125	29.2	33.0	33.0
160	34.7	35.0	37.3
200	41.0	42.5	43.2
250	43.8	46.5	47.0
315	44.8	48.0	48.1
400	45.9	49.5	48.7
500	46.8	51.0	50.6
630	47.9	51.5	52.0
800	50.9	53.5	53.8
1000	53.4	54.5	54.6
1250	55.4	55.5	55.7
1600	56.2	57.0	56.8
2000	55.0	58.5	55.6
2500	53.2	58.0	53.8
3150	52.5	55.5	52.0
4000	50.7	52.5	50.6

[0076] 从表1可以看出,相比普通的C型轻钢龙骨,使用Z型龙骨、减振龙骨,对中低频噪声

具有非常明显的降噪作用,尤其是1000Hz(赫兹)以下。

[0077] 一般来说,轻质墙体的低频隔声较差,主要原因是墙板比较轻,难于阻隔振动幅度较大、波长较长的低频声。使用Z型龙骨、减振龙骨,可以弥补使用轻钢龙骨的石膏板墙体在低频隔声性能较差的缺点。

[0078] 从表1可以看出,减振龙骨在低频范围内,即在125Hz-315Hz之间,减振龙骨的吸声降噪效果优于Z型龙骨,可以弥补Z型龙骨在低频范围内降噪效果不理想的状态。使用减振龙骨的隔声墙体,在低频范围内具有良好的吸声降噪效果,降低电机、风机等低频噪音的污染。

[0079] 从表1可以看出,使用Z型龙骨、减振龙骨,在中高频同样具有很好的吸声降噪效果。在使用同种类型的石膏板、同种厚度的岩棉的情况下,相对传统的C型轻钢龙骨,使用Z型龙骨、减振龙骨都提高了墙体的隔声性能,使用Z型龙骨的墙体隔声量提高3dB(分贝),使用减振龙骨的墙体隔声量提高2dB。

[0080] 一些示例性的实施例中,如图1所示,减震龙骨3与第一墙板1之间、减震龙骨3与第二墙板2之间、以及支撑龙骨4与墙体单元之间设有隔声条5。

[0081] 减震龙骨3的第二固定臂32与第一墙板1之间设有隔声条5,减震龙骨3的第一固定臂31与第二墙板2之间设有隔声条5,支撑龙骨4可为C形龙骨,其两侧臂分别与两个墙体单元的第二墙板2之间设有隔声条5。隔声条5可为弹性条,如橡胶条、尼龙条等,可粘贴固定,或者可通过阻尼隔声密封剂形成。

[0082] 隔声条5的设置,使减震龙骨3与第一墙板1之间、减震龙骨3与第二墙板2之间、以及支撑龙骨4与第二墙板2之间没有硬连接(直接连接),通过隔声条5加强对声能的衰减,达到进一步隔声的目的。

[0083] 一些示例性实施例中,减振龙骨3的第一固定臂31与第二墙板2之间设有隔声条5,此时第二固定臂32的支撑边35与第二墙板2之间的间隙大于支撑边35与第一固定臂31远离第二固定臂32的端面之间的距离。一些示例性实施例中,减振龙骨3的第一固定臂31与第二墙板2之间未设有隔声条5,此时第二固定臂32的支撑边35与第二墙板2之间的间隙等于支撑边35与第一固定臂31远离第二固定臂32的端面之间的距离。其中,隔声条5的厚度可为2mm-5mm。

[0084] 一些示例性的实施例中,如图1所示,减震龙骨3与第一墙板1通过第一紧固件81固定,减震龙骨3、第二墙板2与支撑龙骨4通过第二紧固件82固定,第二墙板2与支撑龙骨4通过第三紧固件83固定,第一紧固件81与第二紧固件82交错设置,第一紧固件81与第三紧固件83交错设置。其中,第一紧固件81、第二紧固件82和第三紧固件83可为螺钉。

[0085] 第一紧固件81、第二紧固件82与第三紧固件83相互交错设置,使得整个墙体没有形成对穿的自攻螺钉+龙骨的金属声桥,阻断了声波的声桥传声,起到隔声的目的。此外,减震龙骨3与第一墙板1之间、减震龙骨3与第二墙板2之间、以及支撑龙骨4与第二墙板2之间的隔声条5,使第二墙板2、第一墙板1与减震龙骨3、支撑龙骨4之间没有硬连接(直接连接),没有声桥,达到了更好地隔断声桥的目的和效果,提高了墙体的隔声效果。

[0086] 一些示例性的实施例中,两侧的墙体单元的两个第二墙板2的板厚相同,两侧的墙体单元的两个第一墙板1的板厚相同,第二墙板2与第一墙板1的板厚相同或不同。

[0087] 一些示例性的实施例中,两侧的墙体单元的两个第二墙板2的板厚不同,两侧的墙

体单元的两个第一墙板1的板厚不同,且位于支撑龙骨4一侧的墙体单元的第二墙板2与位于支撑龙骨4另一侧的墙体单元的第一墙板1的板厚相同。

[0088] 两个第二墙板2的板厚可相同或不同,两个第一墙板1的厚度可相同或不同,第二墙板2与第一墙板1的厚度可相同或不同。第二墙板2和第一墙板1可为9.5mm、12mm或15mm厚的石膏板,例如玻纤毡石膏板、纤维石膏板、纸面石膏板或无纸面石膏板。如:第二墙板2和第一墙板1可均为12mm厚的石膏板。或者,位于支撑龙骨4一侧(如图1中的下侧)的第二墙板2为9.5mm厚的石膏板,第一墙板1为12mm厚的石膏板;位于支撑龙骨4另一侧(如图1中的上侧)的第二墙板2为12mm厚的石膏板,第一墙板1为9.5mm厚的石膏板。或者,位于支撑龙骨4一侧(如图1中的下侧)的第二墙板2为12mm厚的石膏板,第一墙板1为15mm厚的石膏板;位于支撑龙骨4另一侧(如图1中的上侧)的第二墙板2为15mm厚的石膏板,第一墙板1为12mm厚的石膏板。

[0089] 第二墙板2和第一墙板1的厚度、面密度不同,而声能通过不同介质、在不同介质之间传播时,衰减的速度比同种材料更快,所以通过这种结构组合,可以更多的衰减声能,达到隔声的目的。

[0090] 下面结合三种墙体结构,描述不同厚度和面密度的墙板的隔声效果。

[0091] 1、墙体结构4:隔声量4: $R_w(C;C_{tr}) = 51(-2;-7)$ dB

[0092] 构造:15厚普通纸面石膏板+12厚普通纸面石膏板+75轻钢龙骨(填50厚岩棉)+12厚普通纸面石膏板+15厚普通纸面石膏板

[0093] 2、墙体结构5:隔声量5: $R_w(C;C_{tr}) = 54(-2;-7)$ dB

[0094] 构造:15厚普通纸面石膏板+12厚普通纸面石膏板+64减振龙骨+75轻钢龙骨(填50厚岩棉)+64减振龙骨+12厚普通纸面石膏板+15厚普通纸面石膏板

[0095] 3、墙体结构6:隔声量6: $R_w(C;C_{tr}) = 50(-3;-10)$ dB

[0096] 构造:12厚普通纸面石膏板+12厚普通纸面石膏板+75轻钢龙骨(填50厚岩棉)+12厚普通纸面石膏板+12厚普通纸面石膏板

[0097] 表2

频率/Hz \ 隔声量/dB	墙体结构 4	墙体结构 5	墙体结构 6
100	26.2	29.1	21.7
125	34.8	35.5	32.2
160	39.4	41.3	33.1

[0098]

[0099]	200	40.5	45.4	39.5
	250	42.8	47.6	43.7
	315	46.8	48.7	45.6
	400	47.6	51.3	46.9
	500	48.4	52.1	47.5
	630	49.7	53.7	47.8
	800	52.7	54.0	50.9
	1000	53.6	56.1	53.4
	1250	54.7	57.2	54.8
	1600	55.3	58.2	55.8
	2000	53.5	57.7	54.8
	2500	50.7	53.6	51.2
	3150	51.1	55.1	50.8
	4000	51.6	55.3	50.6

[0100] 从表2可以看出,12mm和15mm厚的两种纸面石膏板,具有两种不同的面密度,存在不同共振频率。15mm厚的纸面石膏板墙的共振频率基本低于最低100Hz,在听觉敏感范围以外,在以低频噪声为主的区域选择15mm厚的石膏板为宜,因此共振频率对15mm厚石膏板构造的墙体的隔声性能影响较小。12mm厚的石膏板组成的墙体,其共振频率对100Hz附近的隔声性能影响较大,造成低频100Hz、125Hz、200Hz处隔声量比15mm厚的石膏板下降较多,主要是因为共振频率的原因,而在共振频率以外的200Hz、250Hz处的隔声量接近,这是因为阻尼控制。

[0101] 双层板墙的共振频率与两层板的面密度及板间距有关,面密度越大、间距越大,共振频率越小。因此在设计石膏板隔声墙时,应尽量使用密度较大的石膏板,使其共振频率尽量低于100Hz。

[0102] 同时,根据质量定律,对于隔墙的隔声存在一个普遍的规律,即材料越重(面密度越大)隔声效果越好。对于双层的纸面石膏板墙,质量定律发挥着重要作用,即增加板的层数或厚度都可以获得隔声量的提高。

[0103] 此外,从表2可以看出,12厚+15厚的石膏板组合比12厚+12厚的石膏板组合的隔声量有所提高,尤其在低频(160Hz以下)的时候非常明显。

[0104] 不同面密度的石膏板具有不同的吻合效应 f_c ,频率超过其吻合效应 f_c ,其隔声量就会开始下降。双层相同的板叠合的吻合频率 f_c 和单层板基本等同,但吻合效应更加剧烈,

吻合谷会变得更深。如果使用不同厚度的板进行叠合,吻合谷(吻合频率)将彼此错开,且每个吻合谷都较浅,对提高隔声性能有利。

[0105] 面密度越大同时越薄的墙板隔声性能越好,密度越大,隔声量越大,墙板越薄,则在中高频出现的吻合谷越往高的频率偏移,这是质量定律与吻合效应共同作用的结果。

[0106] 双层板的剧烈吻合效应是非常明显的,会造成双层15mm厚的板组成的隔墙隔声量反倒低于双层12mm厚的板组成的隔墙。一层12mm和一层15mm厚的板叠合的隔墙比双层15mm隔墙的面密度变低,但有时隔声量反倒会提高,这是吻合效应作用的结果。

[0107] 一些示例性的实施例中,如图4所示,墙体单元还包括装饰面板6,装饰面板6固定在第一墙板1远离第二墙板2的一侧(即第一墙板1的外侧),装饰面板6与第一墙板1之间形成有第三隔声空腔73。

[0108] 装饰面板6与第一墙板1之间形成有第三隔声空腔73,使墙体又多了两层空气层,使墙体一共具有了五个空气层间隙。空气层内空气的振动衰减了声能,同时使声波在不同的介质之间转换,增多了声波的反射和衰减,达到隔声降噪的目的,进一步提高了墙体的隔声性能。

[0109] 一些示例性的实施例中,如图4所示,装饰面板6和第一墙板1通过多个粘团61粘接固定,且装饰面板6与第一墙板1之间设有找平垫片62。

[0110] 一些示例性的实施例中,装饰面板6位于最外层,可为石膏基装饰板材(鲁班万能板),可通过粘团(石膏基的石膏粘团)61粘接至第一墙板1上。装饰面板6与第一墙板1之间还设有找平垫片62。

[0111] 装饰面板6和第一墙板1通过多个粘团61粘接固定,以便在装饰面板6与第一墙板1之间形成第三隔声空腔73。装饰面板6与第一墙板1之间设有找平垫片62,可确保装饰面板6的板面竖直,不会发生倾斜,使得多个墙体连接时,装饰面板6能够保持平齐;找平垫片62使石膏粘团不至于被压得太扁而快速失水导致粘结强度不够。

[0112] 此外,装饰面板6通过粘团粘结在第一墙板1上,确保了整个墙体没有形成对穿的自攻螺钉+龙骨的金属声桥,阻断了声桥传声,起到隔声的目的。此外,采用石膏基装饰板材的装饰面板6与采用纸面石膏板的第二墙板2和第一墙板1的厚度、面密度不同,使声能通过不同介质、在不同介质之间传播时衰减的速度更快,可以更多的衰减声能,达到更好的隔声效果。

[0113] 一些示例性的实施例中,粘团61呈点状或条状。在其他示例性实施例中,粘团61还可以呈其他形状,如块状等,本申请不对此进行限制。

[0114] 一些示例性的实施例中,如图5所示,多个粘团61呈矩形阵列排布。

[0115] 一些示例性的实施例中,如图5所示,粘团61呈点状(圆形),且其直径 $\geq 50\text{mm}$,厚度 $\geq 5\text{mm}$ 。粘团61的厚度 $\geq 5\text{mm}$,使得第三隔声空腔73的厚度 $\geq 5\text{mm}$ 。

[0116] 一些示例性的实施例中,粘团61的直径可为 $50\text{mm}-100\text{mm}$,如可为:55mm、60mm、65mm、70mm、75mm、80mm、85mm、90mm、95mm等。

[0117] 一些示例性的实施例中,粘团2的厚度可为 $5\text{mm}-10\text{mm}$,如可为5.5mm、6mm、6.5mm、7mm、7.5mm、8mm、8.5mm、9mm、9.5mm、10mm等。

[0118] 一些示例性的实施例中,相邻粘团61之间的间距(中心点之间的间距) $\leq 300\text{mm}$ 。如图5所示,呈矩形阵列排布的多个粘团61,横向相邻的两个粘团61之间的间距 $S_3 \leq 300\text{mm}$,纵

向相邻的两个粘团61之间的间距 $S4 \leq 300\text{mm}$ 。

[0119] 一些示例性的实施例中, $S3$ 可与 $S4$ 相等, 如: $S3$ 与 $S4$ 可为 200mm – 300mm , 如可为 220mm 、 240mm 、 260mm 、 280mm 等。

[0120] 一些示例性的实施例中, 粘团61距装饰面板6的边缘的距离为 30mm – 60mm 。如图5所示, 粘团61距离装饰面板6的竖向边缘之间的间距为 $S1$, 粘团61距离装饰面板6的横向边缘之间的间距为 $S2$, $S1$ 、 $S2$ 的取值范围为 30mm – 60mm 。

[0121] 一些示例性的实施例中, $S1$ 可与 $S2$ 相等, 如: $S1$ 与 $S2$ 可为 35mm 、 40mm 、 45mm 、 50mm 、 55mm 等。

[0122] 应当理解, 粘团61的直径、厚度、间距 $S1$ – $S4$ 并不限于以上所述, 可根据需要进行调整。

[0123] 一些示例性的实施例中, 如图4所示, 第三隔声空腔73的厚度(即图4中第一墙板1与装饰面板6之间的间距)小于第二隔声空腔72的厚度(即图4中第二墙板2与第一墙板1之间的间距), 第二隔声空腔72的厚度小于第一隔声空腔71(即图4中两个第二墙板2之间的间距)的厚度。

[0124] 一些示例性实施例中, 第一隔声空腔71内的支撑龙骨4为C形龙骨, 其尺寸为 $75 \times 50 \times 0.6$ (宽 $\times$ 高 $\times$ 壁厚, 单位: mm), 第一隔声空腔71的厚度可为约 75mm , 或者略大于支撑龙骨4的宽度(如 76 – 77mm), 第二隔声空腔72的厚度可为约 15mm 或 25mm , 第三隔声空腔73的厚度可为约 5mm 。

[0125] 不同厚度的隔声空腔对不同频率的声波具有良好的隔声降噪效果, 三种不同厚度的隔声空腔配合, 可实现对较宽频率范围内的声波具有良好的隔声降噪效果。

[0126] 一些示例性的实施例中, 如图1和图4所示, 第一隔声空腔71、第二隔声空腔72和第三隔声空腔73中的至少一个隔声空腔内填充有吸声材料形成的吸声层9。例如, 可在第一隔声空腔71、第二隔声空腔72、第三隔声空腔73内塞入玻璃棉或岩棉或陶瓷棉等多孔的吸声材料。

[0127] 一些示例性的实施例中, 吸声层9的厚度小于其所在的隔声空腔的厚度, 使得隔声空腔的腔壁与该隔声空腔内填充的吸声材料之间具有间隙, 其中, 间隙可不小于 20mm , 当然还可以根据需求调整间隙的大小。

[0128] 一些示例性的实施例中, 如图1和图4所示, 第一隔声空腔71的一个腔壁(图1和图4中位于上侧的腔壁)与吸声层9之间具有不小于 20mm 的间隙, 使得吸声层9没有在第一隔声空腔71内塞密实, 使得吸声层9不会在两个第二墙板2之间形成声桥, 以达到较好的吸声、降噪的效果。第一隔声空腔71的另一个腔壁(图1和图4中位于下侧的腔壁)可与吸声层9接触, 便于吸声层9的填充安装。当然, 第一隔声空腔71可以仅一个腔壁(图1和图4中位于上侧或下侧的腔壁)与该隔声空腔内填充的吸声层9之间具有间隙, 或者, 两个腔壁(图1和图4中位于上侧和下侧的腔壁)均与该隔声空腔内填充的吸声层9之间具有间隙。

[0129] 一些示例性的实施例中, 墙体单元中, 相邻两层墙板的侧板边交错设置, 两侧的墙体单元的第二墙板2的侧板边交错设置。

[0130] 复合隔声墙体的多层墙板中, 相邻两层墙板的侧板边交错设置, 不相邻的墙板的侧板边可以位于平齐, 或者交错设置。即, 装饰面板6与相邻的第一墙板1的侧板边交错设置, 第二墙板2与相邻的第一墙板1的侧板边交错设置, 相邻的两个第二墙板2的侧板边交错

设置,这样在实际安装施工时,相邻两层墙板处形成的接缝交错设置,实现错缝安装,避免形成通缝漏声,影响隔声效果。

[0131] 一些示例性的实施例中,不同隔声复合墙体连接时,第二墙板2之间的接缝处、以及第一墙板1之间的接缝处填充密封材料。

[0132] 在实际安装施工时,隔声复合墙体的侧面可与另一隔声复合墙体连接,或者与侧墙连接,这样在第二墙板2和第一墙板1的侧板边处形成接缝,该接缝处可采取抹嵌缝石膏(如灰石膏等材料)密封填缝,进一步防止在接缝处漏声。

[0133] 一些示例性的实施例中,如图6所示,隔声复合墙体还包括安装在墙体单元上的接线盒10,位于两侧的墙体单元上且相邻的两个接线盒10之间设有隔声层41。其中,隔声层41可由隔声材料形成。

[0134] 在两侧的墙体单元上且相邻的两个接线盒10之间设置隔声层41,即位于两侧的墙体单元上且相邻的两个接线盒10分别位于隔声层41的两侧,避免了声波从一侧的接线盒10进入,穿过第一隔声空腔71后,直接自另一侧的接线盒10传出,隔声层41可阻断声波在两侧的接线盒10之间传递,避免了在接线盒10处发生漏声,使复合隔声墙体具有良好的隔声效果。

[0135] 一些示例性的实施例中,如图6所示,位于两侧的墙体单元上且相邻的两个接线盒10之间设有一个或多个支撑龙骨4,该一个或多个支撑龙骨4中的至少一个上设有隔声层41。

[0136] 一些示例性的实施例中,如图6所示,隔声层4垂直于两侧的墙体单元,且隔声层4的两端分别延伸至两侧的墙体单元。隔声层4与两侧的墙体单元抵接接触,以免声波通过隔声层4与墙体单元之间的缝隙后,从接线盒10处发生漏声。

[0137] 在其他示例性实施例中,隔声层4的端部与墙体单元可不抵接接触,二者之间的缝隙可用密封胶密封。通过密封胶密封隔声层4与墙体单元之间的缝隙,防止缝隙处漏声,使隔声复合墙体仍具有良好的隔声性能。

[0138] 一些示例性的实施例中,如图6所示,接线盒10嵌入设置,并贯穿墙体单元,且接线盒10与墙体单元之间的缝隙处可设置密封件102。

[0139] 如图6所示,接线盒10穿过装饰面板6、第一墙板1和第二墙板2。接线盒10与装饰面板6之间的缝隙处可填充密封胶。

[0140] 位于支撑龙骨4一侧(图6中的上侧,纸面的左侧)的接线盒10贯穿支撑龙骨4一侧(图6中的上侧,纸面的左侧)的装饰面板6、第一墙板1和第二墙板2,位于支撑龙骨4另一侧(图6中的下侧,纸面的右侧)的接线盒10贯穿支撑龙骨4另一侧(图6中的下侧,纸面的右侧)的装饰面板6、第一墙板1和第二墙板2,使得接线盒10处的隔声效果减弱。为避免在接线盒10处发生漏声,将位于隔声复合墙体两侧且相邻设置的两个接线盒10分别安装在设有隔声层41的支撑龙骨4两侧,即两个接线盒10之间至少有一根支撑龙骨4,且该支撑龙骨4上设置隔声层41(如在支撑龙骨4上安装一层石膏板,形成隔声层41),从而达到良好隔声的效果。

[0141] 一些示例性的实施例中,如图6所示,接线盒10的外部设有一端开口的外包壳101,可包裹接线盒10除正面外的其他五个侧面。外包壳101的至少一层壳体采用隔声材料制成。具体地,外包壳101包括两层壳体,其中内层壳体可采用橡胶制成,并包裹在接线盒10的盒体外,外侧壳体可采用石膏板制成,并包裹在内层壳体外。当然,外包壳101不限于包括两层

壳体,且壳体的材料不限于橡胶、石膏板。

[0142] 一些示例性的实施例中,接线盒10的盒体采用隔声材料制成。具体地,接线盒10的盒体可使用石膏基等材料制作的专用隔声接线盒体10。

[0143] 外包壳101和隔声材料制成的盒体,可防止声音从接线盒10处进行传递,进一步增强了墙体的隔声效果。

[0144] 一些示例性的实施例中,如图7所示,隔声复合墙体还包括设置在上方的天龙骨11、设置在下方的地龙骨12、以及设置在侧部的竖龙骨,天龙骨11、地龙骨12和竖龙骨14上设有隔声材料。

[0145] 在墙体实际安装时,墙体通过天龙骨11与上楼板连接,通过地龙骨12与下楼板连接,通过竖龙骨14与侧墙连接,天龙骨11、地龙骨12、竖龙骨可为U型龙骨、C型龙骨等,可在U型龙骨、C型龙骨的底面设置隔声条或隔声密封胶等隔声材料,同时墙体四周的接缝处采取抹嵌缝石膏等材料密封填缝,防止墙体四周漏声,导致墙体隔声效果下降。

[0146] 一些示例性的实施例中,横向设置的减震龙骨3之间的竖向间距可不大于600mm,竖向设置的支撑龙骨4之间的横向间距可为600mm。图7示出了3.0米高的隔声复合墙体内各龙骨的布置结构。多个减震龙骨3自上而下等间隔设置,多个支撑龙骨4自左向右等间隔设置。隔声复合墙体还包括贯穿龙骨13,在支撑龙骨4骨架搭完后,贯穿龙骨13穿过各个支撑龙骨4,以便将所有支撑龙骨4连接在一起,形成一个整体。

[0147] 本申请实施例的隔声复合墙体,通过设置减震龙骨、阻断声桥、隔声空腔、多层墙板采用多种材料组合、设置吸声材料来衰减声波,实现吸声;通过设置错缝安装、避让通缝、密封接线盒、墙体四周密封,来防止漏声,实现隔声。该隔声复合墙体对100赫兹以上或中高频声波,其隔声量比现有墙体的隔声量提高至少1-2分贝。

[0148] 虽然本申请所揭露的实施方式如上,但所述的内容仅为便于理解本申请而采用的实施方式,并非用以限定本申请。任何本申请所属领域内的技术人员,在不脱离本申请所揭露的精神和范围的前提下,可以在实施的形式及细节上进行任何的修改与变化,但本申请的专利保护范围,仍须以所附的权利要求书所界定的范围为准。

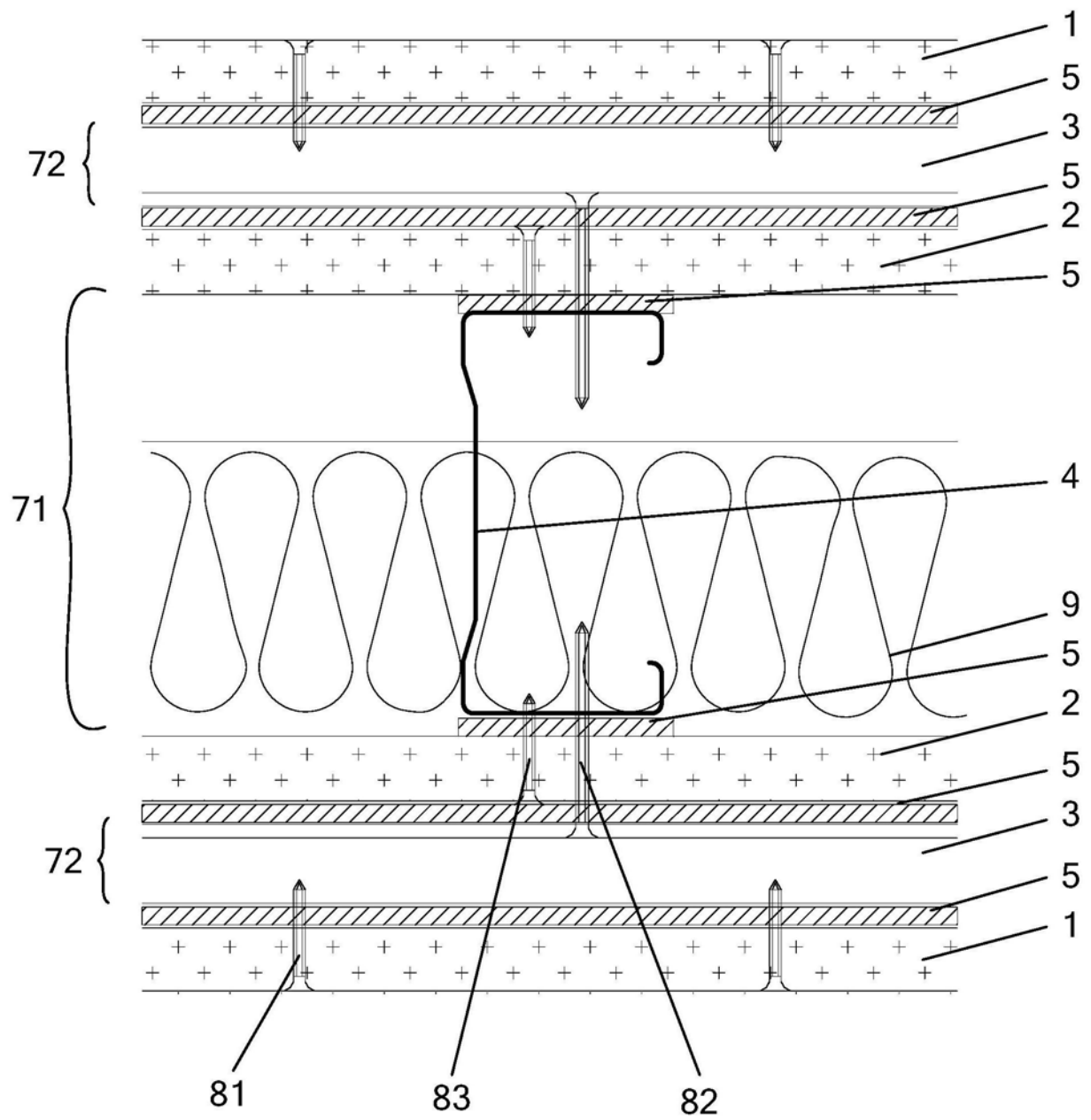


图1

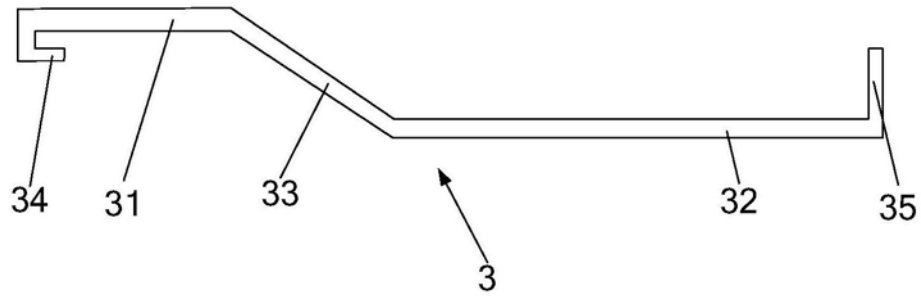


图3a

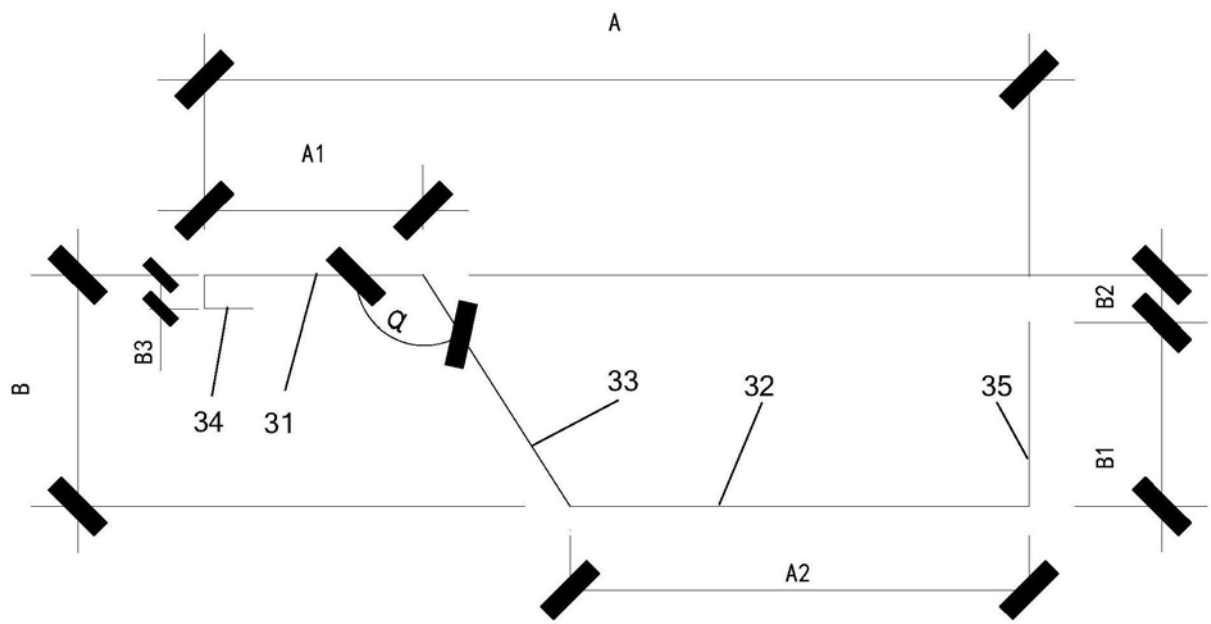


图3b

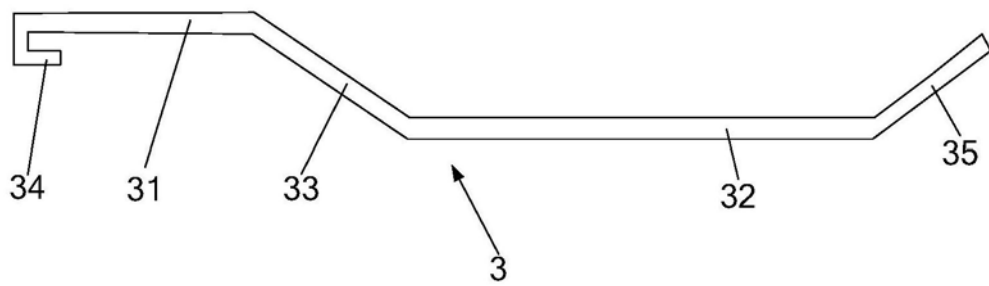


图3c

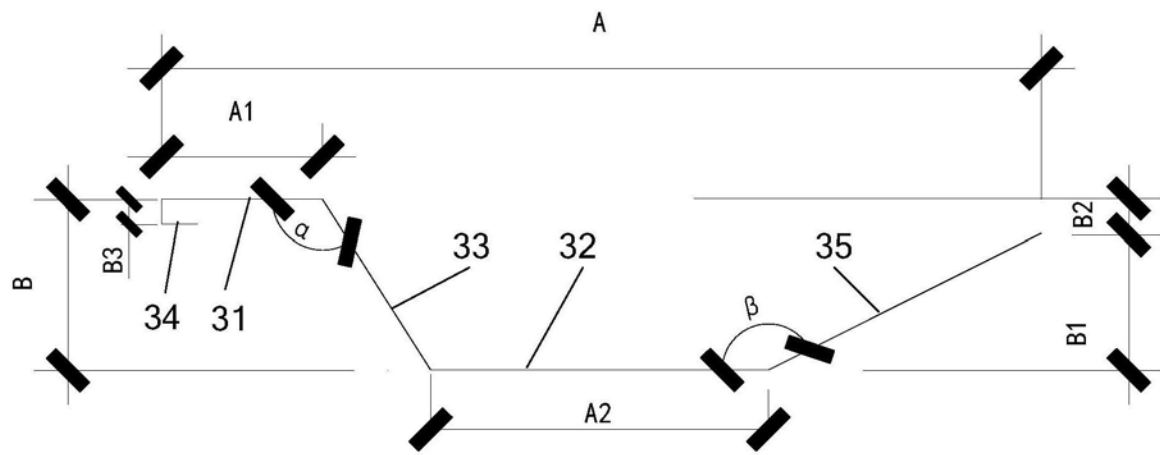


图3d

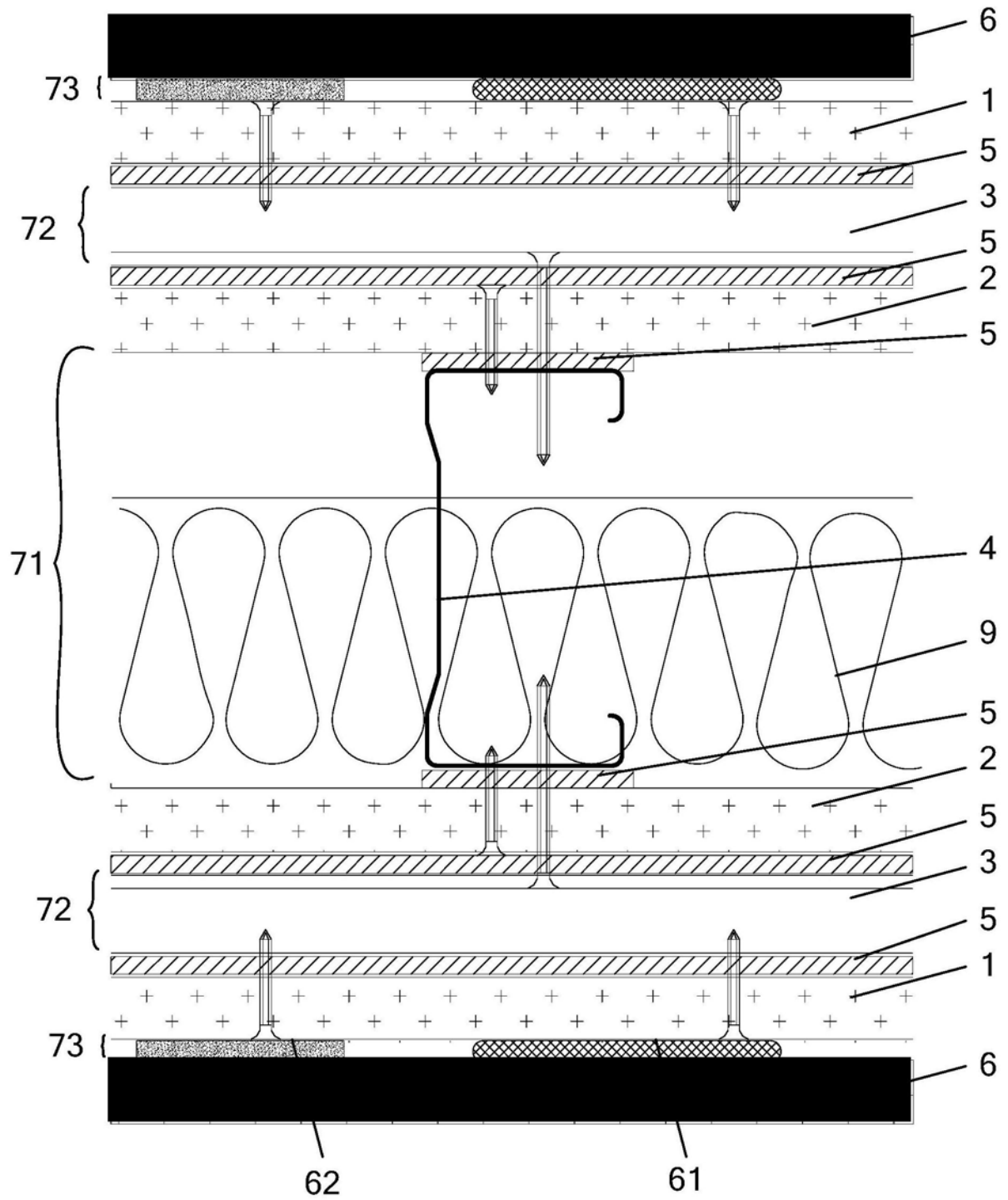


图4

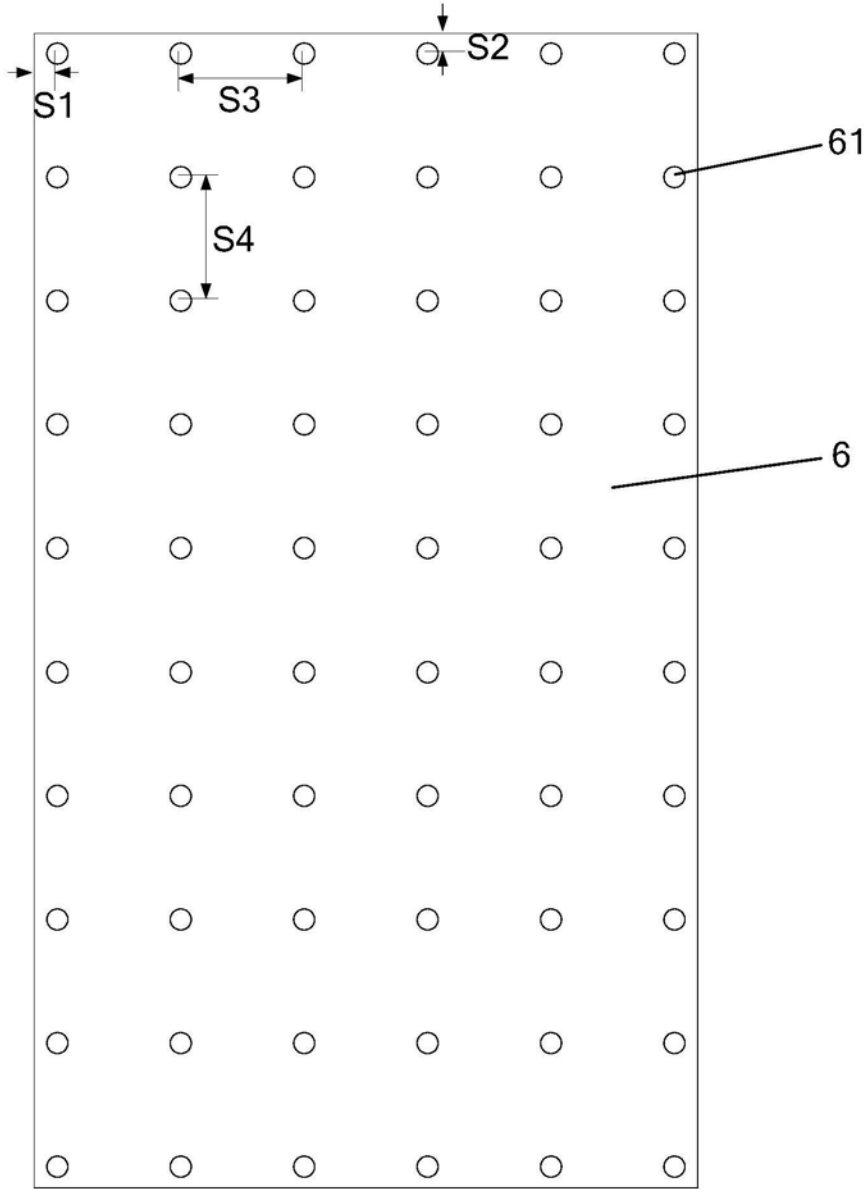


图5

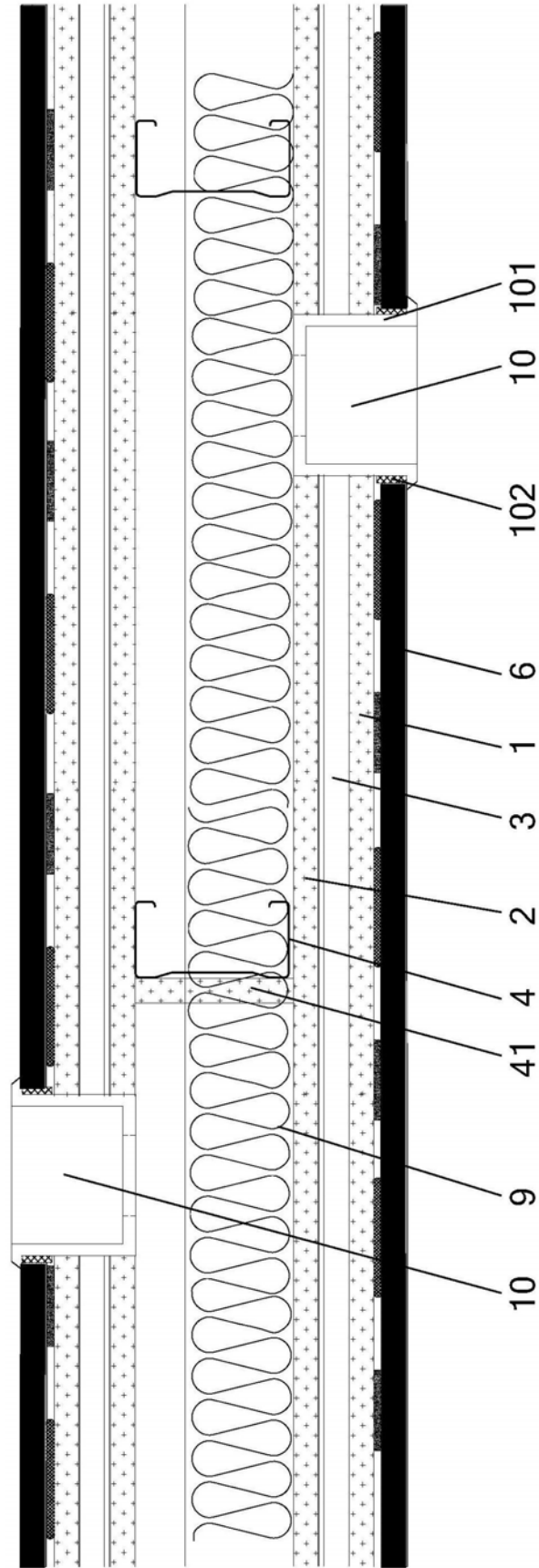


图6

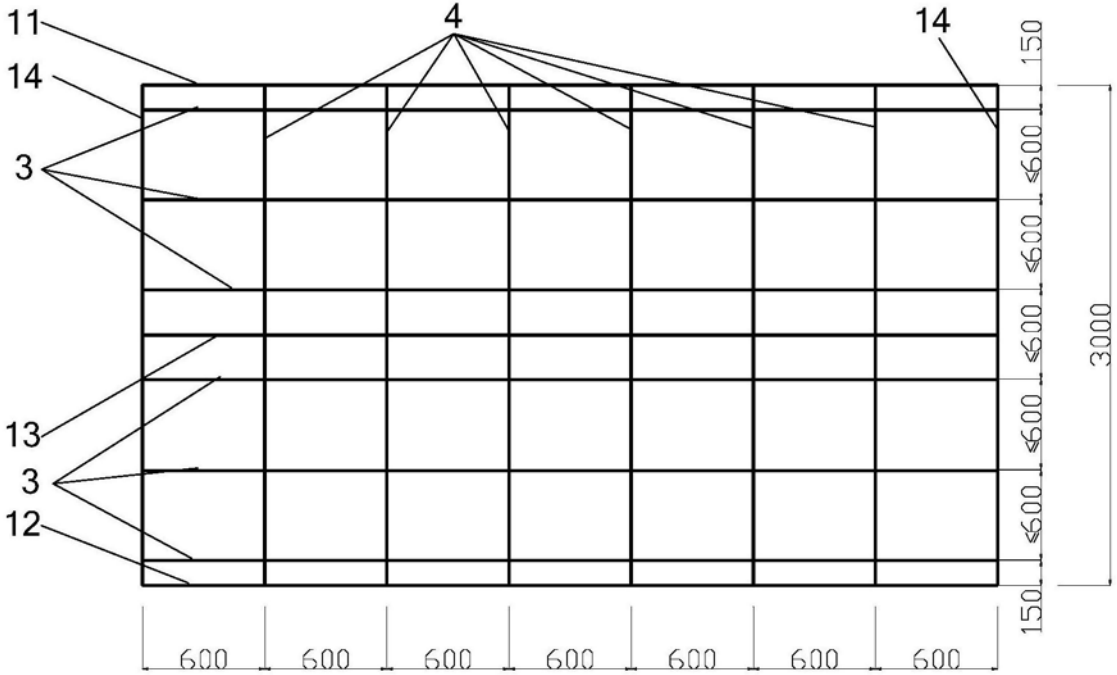


图7