



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113958653 A

(43) 申请公布日 2022. 01. 21

(21) 申请号 202111232520.1

(22) 申请日 2021.10.22

(71) 申请人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市碑林区友谊西路127号

(72) 发明人 索涛 李易航 关天豪 胡威
豆清波

(74) 专利代理机构 北京东方盛凡知识产权代理
事务所(普通合伙) 11562

代理人 袁蕾

(51) Int. Cl.

F16F 15/04 (2006.01)

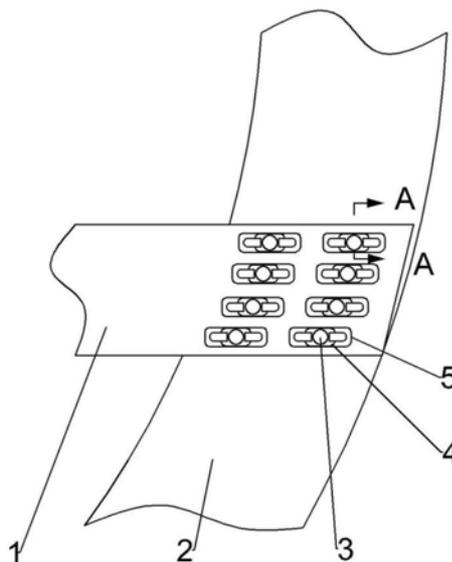
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

一种复合材料板与金属板搭接吸能装置

(57) 摘要

本发明公开一种复合材料板与金属板搭接吸能装置,包括第一板和第二板,所述第一板位于所述第二板的上方,所述第一板与所述第二板间通过紧固组件连接;所述第一板上开设有阶梯式凹槽,所述紧固组件位于所述阶梯式凹槽内,所述阶梯式凹槽的底部用来缓冲所述紧固组件的移动,所述紧固组件贯穿所述第二板上和所述阶梯式凹槽底部的通孔,所述紧固组件与所述阶梯式凹槽和所述通孔的内侧壁之间设置有间隙;所述紧固组件的头部与所述阶梯式凹槽之间设置有垫片。本发明可以充分使用材料,并且吸能结构重量小、吸能效率高。



1. 一种复合材料板与金属板搭接吸能装置,其特征在于:包括第一板(1)和第二板(2),所述第一板(1)位于所述第二板(2)的上方,所述第一板(1)与所述第二板(2)间通过紧固组件连接;

所述第一板(1)上开设有阶梯式凹槽(5),所述紧固组件位于所述阶梯式凹槽(5)内,所述阶梯式凹槽(5)的底部用来缓冲所述紧固组件的移动,所述紧固组件贯穿所述第二板(2)上和所述阶梯式凹槽(5)底部的通孔,所述紧固组件与所述阶梯式凹槽(5)和所述通孔的内侧壁之间设置有间隙;所述紧固组件的头部与所述阶梯式凹槽(5)之间设置有垫片(4)。

2. 根据权利要求1所述的一种复合材料板与金属板搭接吸能装置,其特征在于:所述紧固组件采用螺栓(3),所述阶梯式凹槽(5)包括第一凹槽(6)和第二凹槽(7),所述第一凹槽(6)位于所述第二凹槽(7)的下方,所述第二凹槽(7)开设在所述第一板(1)的顶面,所述第一凹槽(6)的长度小于所述第二凹槽(7)的长度,所述第一凹槽(6)的宽度小于所述第二凹槽(7)的宽度,所述垫片(4)位于第一凹槽(6)的上方,所述螺栓(3)与所述第一凹槽(6)和所述通孔的内侧壁之间设置有间隙,所述第一凹槽(6)和所述第二凹槽(7)的深度总和小于所述第一板(1)的厚度,所述第一凹槽(6)的底部用来缓冲所述螺栓(3)的移动。

3. 根据权利要求2所述的一种复合材料板与金属板搭接吸能装置,其特征在于:所述垫片(4)的两侧至少开设有一个豁口,所述豁口与所述第一凹槽(6)对应设置,所述豁口的宽度不小于所述第一凹槽(6)的宽度。

4. 根据权利要求1所述的一种复合材料板与金属板搭接吸能装置,其特征在于:所述阶梯式凹槽(5)的方向根据所述第一板(1)和所述第二板(2)的受力情况设置。

5. 根据权利要求1所述的一种复合材料板与金属板搭接吸能装置,其特征在于:所述紧固组件采用螺栓(3),所述螺栓(3)位于所述阶梯式凹槽(5)的中部。

6. 根据权利要求1所述的一种复合材料板与金属板搭接吸能装置,其特征在于:所述紧固组件采用螺栓(3),所述螺栓(3)位于所述阶梯式凹槽(5)的一端。

7. 根据权利要求1所述的一种复合材料板与金属板搭接吸能装置,其特征在于:所述紧固组件采用螺栓(3),所述螺栓(3)的材料强度大于所述第一板(1)的材料强度。

8. 根据权利要求1所述的一种复合材料板与金属板搭接吸能装置,其特征在于:所述紧固组件采用螺栓(3),所述第一板(1)和所述第二板(2)的连接处采用一个所述螺栓(3)固定的固定方式或多个所述螺栓(3)固定的固定方式。

9. 根据权利要求1所述的一种复合材料板与金属板搭接吸能装置,其特征在于:所述第一板(1)为复合材料板,所述第二板(2)为金属板。

一种复合材料板与金属板搭接吸能装置

技术领域

[0001] 本发明涉及冲击吸能结构领域,特别是涉及一种复合材料板与金属板搭接吸能装置。

背景技术

[0002] 车辆碰撞、飞机坠撞、直升机迫降、外太空探测器着陆等过程,由于装备重量大、撞击速度快,会受到冲击载荷作用,为保证成员安全、结构安全以及电气设备的正常工作,需要通过高效吸能结构/材料的塑性变形和断裂破坏等耗散冲击动能,同时延缓冲击过程,减小冲击载荷峰值,提升结构的抗冲击性能。

[0003] 纤维增强复合材料层合板具有高比模量、高比强的特点,广泛应用于汽车、船舶和航空航天领域。并且复合材料压溃的过程可吸收大量能量且其本身质量较轻,具有高比吸能的特点,适合用来做吸能器件,但是现有的复合材料吸能器往往不能同时作为结构元件使用。因此,设计复合材料结构元件作为缓冲吸能装置,对于提升结构的耐撞性有着重要意义。

[0004] 目前传统的复合材料层合板与金属的连接方式主要有机械连接、胶接和混合连接。而往往机械连接的设计过于保守,在冲击过程中,接头处并没有发生破坏或者破坏位移极小,导致结构材料使用不充分、吸能结构重量大、吸能效率低下。因此在螺栓连接处对层合板开孔周围进行阶梯式凹槽设计,以此降低层合板的初始破坏驱动力,并且阶梯式凹槽的设计使得破坏在厚度最大处终止,防止结构灾难性破坏,即破坏位移和吸收的冲击能量可控。并且可以根据结构所处的载荷工况设计为仅在一个方向(拉伸方向或压缩方向)或者两个方向吸收能量。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种复合材料板与金属板搭接吸能装置,以解决上述现有技术存在的问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:本发明提供一种复合材料板与金属板搭接吸能装置,包括第一板和第二板,所述第一板位于所述第二板的上方,所述第一板与所述第二板间通过紧固组件连接;

[0007] 所述第一板上开设有阶梯式凹槽,所述紧固组件位于所述阶梯式凹槽内,所述阶梯式凹槽的底部用来缓冲所述紧固组件的移动,所述紧固组件贯穿所述第二板上和所述阶梯式凹槽底部的通孔,所述紧固组件与所述阶梯式凹槽和所述通孔的内侧壁之间设置有间隙;所述紧固组件的头部与所述阶梯式凹槽之间设置有垫片。

[0008] 优选的,所述紧固组件采用螺栓,所述阶梯式凹槽包括第一凹槽和第二凹槽,所述第一凹槽位于所述第二凹槽的下方,所述第二凹槽开设在所述第一板的顶面,所述第一凹槽的长度小于所述第二凹槽的长度,所述第一凹槽的宽度小于所述第二凹槽的宽度,所述垫片位于第一凹槽的上方,所述螺栓与所述第一凹槽和所述通孔的内侧壁之间设置有间

隙,所述第一凹槽和所述第二凹槽的深度总和小于所述第一板的厚度,所述第一凹槽的底部用来缓冲所述螺栓的移动。

[0009] 优选的,所述垫片的两侧至少开设有一个豁口,所述豁口与所述第一凹槽对应设置,所述豁口的宽度不小于与所述第一凹槽的宽度。

[0010] 优选的,所述阶梯式凹槽的方向根据所述第一板和所述第二板的受力情况设置。

[0011] 优选的,所述紧固组件采用螺栓,所述螺栓位于所述阶梯式凹槽的中部。

[0012] 优选的,所述紧固组件采用螺栓,所述螺栓位于所述阶梯式凹槽内的一端。

[0013] 优选的,所述紧固组件采用螺栓,所述螺栓的材料强度大于所述第一板的材料强度。

[0014] 优选的,所述紧固组件采用螺栓,所述第一板和所述第二板的连接处采用一个所述螺栓固定的固定方式或多个所述螺栓固定的固定方式。

[0015] 优选的,所述第一板为复合材料板,所述第二板为金属板。

[0016] 本发明公开了以下技术效果:当飞机正常着陆时,该吸能装置作为承载结构使用,第一板与机身的第二板间的拉伸载荷低于阶梯式凹槽底部通孔处被紧固组件挤压破坏的设计限制载荷,第一板不会发生破坏;当发生坠撞事故时,飞机撞击地面产生较大的冲击载荷,当第一板与机身的第二板间的拉伸载荷超过阶梯式凹槽底部通孔处的挤压强度时,第一板的阶梯式凹槽底部发生挤压破坏,紧固组件沿着阶梯式凹槽方向,挤压、切割阶梯式凹槽底部,即第一板,挤压、切割产生的条状物在阶梯式凹槽中随着紧固组件的运动向外翻卷变形并被排出,在紧固组件使第一板破碎的过程中,充分吸收冲击能量,保护机身结构安全和乘员人身安全;当第一板和第二板受到冲击载荷时,紧固组件不会发生破坏,在此过程中通过第一板的分层、纤维折断、基体开裂等损伤形式吸能;当紧固组件分别到达第一凹槽和第二凹槽的一端时,破坏所需的驱动力上升,剩余的撞击力不足以继续损坏第一板,因此破坏停止,保证结构不发生灾难性破坏。

附图说明

[0017] 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获得其他的附图。

[0018] 图1为实施例一中第一板与第二板装配示意图;

[0019] 图2为图1中A-A阶梯剖视图;

[0020] 图3为实施例一中垫片结构示意图;

[0021] 图4为实施例二中第一板与第二板装配示意图;

[0022] 图5为图4中B-B阶梯剖视图;

[0023] 图6为图4中C局部放大图;

[0024] 图7为实施例二中吸能盒内部结构示意图;

[0025] 图8为实施例三中螺栓与阶梯式凹槽配合示意图;

[0026] 图9为实施例三中阶梯式凹槽俯视示意图;

[0027] 图10为实施例三中阶梯式凹槽主视方向剖视图;

[0028] 图11为碰撞后第一板和第二板相对位移后示意图；

[0029] 其中,1、第一板;2、第二板;3、螺栓;4、垫片;5、阶梯式凹槽;6、第一凹槽;7、第二凹槽;8、螺母;9、滑动长槽;10、吸能盒固定壁;11、压溃块;12、曲面压缩层;13、挤压球;14、连接杆;15、压缩板;16、弹簧;17、第三凹槽;18、螺栓孔。

具体实施方式

[0030] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0031] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0032] 实施例一

[0033] 参照图1-3,本发明提供一种复合材料板与金属板搭接吸能装置,包括第一板1和第二板2,第一板1位于第二板2的上方,第一板1与第二板2间通过紧固组件连接;

[0034] 第一板1上开设有阶梯式凹槽5,紧固组件位于阶梯式凹槽5内,阶梯式凹槽5的底部用来缓冲紧固组件的移动,紧固组件贯穿第二板2上和阶梯式凹槽5底部的通孔,紧固组件与阶梯式凹槽5和通孔的内侧壁之间设置有间隙;紧固组件的头部与阶梯式凹槽5之间设置有垫片4。

[0035] 当飞机正常着陆时,该吸能装置作为承载结构使用,第一板1与机身的第二板2间的拉伸载荷低于阶梯式凹槽5底部通孔被紧固组件挤压破坏的设计限制载荷,第一板1不会发生破坏;当发生坠撞事故时,飞机撞击地面产生较大的冲击载荷,当第一板1与机身的第二板2间的拉伸载荷超过阶梯式凹槽5底部通孔处的挤压强度时,第一板1的阶梯式凹槽5底部发生挤压破坏,紧固组件沿着阶梯式凹槽5方向,挤压、切割阶梯式凹槽5底部,即第一板1,挤压、切割产生的条状物在阶梯式凹槽5中随着紧固组件的运动向外翻卷变形并被排出,在紧固组件使第一板1破碎的过程中,充分吸收冲击能量,保护机身结构安全和乘员人身安全;当第一板1和第二板2受到冲击载荷时,紧固组件不会发生破坏,在此过程中通过第一板1的分层、纤维折断、基体开裂等损伤形式吸能;当紧固组件分别到达第一凹槽和第二凹槽的一端时,破坏所需的驱动力上升,剩余的撞击力不足以继续损坏第一板1,因此破坏停止,保证结构不发生灾难性破坏。

[0036] 进一步优化方案,紧固组件采用螺栓3,阶梯式凹槽5包括第一凹槽6和第二凹槽7,第一凹槽6位于第二凹槽7的下方,第二凹槽7开设在第一板1的顶面,第一凹槽6的长度小于第二凹槽7的长度,第一凹槽6的宽度小于第二凹槽7的宽度,垫片4位于第一凹槽6的上方,螺栓3与第一凹槽6和通孔的内侧壁之间设置有间隙,第一凹槽6和第二凹槽7的深度总和小于第一板1的厚度,第一凹槽6的底部用来缓冲螺栓3的移动。

[0037] 当发生碰撞的时候,螺栓3的螺柱首先接触到第一凹槽6的通孔侧壁,第一凹槽6的底部为薄弱区,螺栓3与第一凹槽6底部复合材料之间发生挤压和切割,使第一板1不断被损坏、破碎,在破碎的过程中,吸收能量,当螺柱被撞击力挤压至第一凹槽6的端部时,破坏所需的驱动力上升,剩余的撞击力不足以继续破碎第一板1。

[0038] 进一步优化方案,垫片4的中心开设有通孔,螺栓3的螺柱贯穿通孔,垫片4上至少设有一个豁口,豁口位于通孔的侧边,且豁口与第一凹槽6对应设置,豁口的宽度不小于与第一凹槽6的宽度。螺栓3挤压、切割第一凹槽6底部的第一板1产生条状碎片,垫片4可以引导破碎的条状碎片从第一凹槽6内向外翻卷并被排出,避免堆积在第一凹槽6内,影响第一板1的破碎过程,进而影响吸能效果。

[0039] 进一步优化方案,阶梯式凹槽5的方向根据第一板1和第二板2的受力情况设置。根据第一板1和第二板2常规受力点进行分析,然后确定利于螺栓3与阶梯式凹槽5的底部挤压切割的角度范围,避免螺栓3与阶梯式凹槽5底部不能充分接触,而导致无法吸收撞击力。

[0040] 进一步优化方案,紧固组件采用螺栓3,螺栓3位于阶梯式凹槽5的中部。考虑到第一板1和第二板2受到的撞击力方向并非固定不变,将螺栓3位于阶梯式凹槽5的中部,一方面第一板1和第二板2之间可能挤压,另一方面第一板1和第二板2之间可能拉伸,无论发生挤压或者拉伸,阶梯式凹槽5底部都有空间与螺栓3充分挤压、切割,能够应对无法确定的撞击力方向。

[0041] 进一步优化方案,紧固组件采用螺栓3,螺栓3位于阶梯式凹槽5内的一端。这样设置螺栓3的位置,即相对确定了第一板1和第二板2的受力方向,有针对性的开设阶梯式凹槽5;出现碰撞工况时,当冲击载荷超过静态设计限定值时,激发以上吸能方式,当螺栓3分别到第一凹槽6和第二凹槽7终点时,破坏所需的驱动力上升,螺栓3无法继续破坏第一板1,防止结构发生不可控的灾难性破坏。

[0042] 进一步优化方案,紧固组件采用螺栓3,螺栓3的材料强度大于第一板1的材料强度。

[0043] 进一步优化方案,第一凹槽6的深度大于零,第二凹槽7的深度大于等于零。当第二凹槽7的深度为零时,垫片4位于第一板1的上方。

[0044] 进一步优化方案,紧固组件采用螺栓3,第一板1和第二板2的连接处采用一个螺栓3固定的固定方式或多个螺栓3固定的固定方式。

[0045] 进一步优化方案,第一板1为复合材料板,第二板2为金属板。

[0046] 本实施例的工作过程如下:当飞机正常着陆时,该吸能装置作为承载结构使用,第一板1与机身的第二板2间的拉伸载荷低于通孔被螺栓3挤压破坏的设计限制载荷,第一板1不会发生破坏;当发生坠撞事故时,飞机撞击地面产生较大的冲击载荷,当第一板1与机身的第二板2间的拉伸载荷超过通孔的挤压强度时,第一板1的通孔发生挤压破坏,螺栓3沿着阶梯式凹槽5方向,在阶梯式凹槽5内挤压、切割第一板1,挤压、切割产生的条状物在阶梯式凹槽5中随着螺栓3的运动向外翻卷变形并被排出,在螺栓3使第一板1破碎的过程中,充分吸收冲击能量,保护机身结构安全和乘员人身安全;当第一板1和第二板2受到冲击载荷时,螺栓3不会发生破坏,在此过程中通过第一板1的分层、纤维折断、基体开裂等损伤形式吸能;当螺栓3分别到达第一凹槽6和第二凹槽7的一端时,被第一板1阻挡,破坏所需的驱动力上升,剩余的撞击力不足以继续损坏第一板1,因此破坏停止,保证结构不发生灾难性破坏。

[0047] 本实施例提供的通过螺栓3连接的第一板1和第二板2搭接结构的吸能装置既是承载结构又是吸能结构,在正常工作状态下可以作为结构件使用,受较大冲击载荷时螺栓3切割第一板1并吸能,有触发方式稳定、破坏距离可控、吸收能量可设计、破坏过程中结构保持完整的优点。另外,可以根据结构容易发生破坏的载荷工况,调整阶梯式凹槽5的方向以及

螺栓3在阶梯式凹槽5中的位置,将其设计为仅在一个方向(拉伸方向或压缩方向)或者两个方向都可吸收能量。再者,该吸能结构具有广泛适用性,可应用于车辆碰撞防护、飞机坠撞、直升机迫降等抗冲击设计当中。

[0048] 实施例二

[0049] 参照图4-7,本实施例的吸能装置与实施例一的区别仅在于,第二板2上开设有滑动长槽9,滑动长槽9的方向与阶梯式凹槽5的方向垂直设置,螺栓3贯穿阶梯式凹槽5和滑动长槽9的交点,第一板1两侧均设置有吸能盒,吸能盒固定连接在第一板1和第二板2之间,吸能盒为方形结构。

[0050] 进一步优化方案,吸能盒包括固定连接在第二板2上的吸能盒固定壁10,吸能盒固定壁10内壁固定连接有两个压溃块11,两个压溃块11之间设置有间隙,第一板1与吸能盒固定壁10之间固定连接有曲面压缩层12,曲面压缩层12之间设置有弹簧16和顶块,弹簧16固定在顶块与第一板1之间,顶块远离弹簧16的一端与两个压溃块11抵接。

[0051] 进一步优化方案,顶块包括一端面与弹簧16固定连接的压缩板15,压缩板15的另一端垂直固定连接连接有连接杆14,连接杆14远离压缩板15的一端固定连接连接有挤压球13,挤压球13与两个压溃块11之间的间隙对应设置,且挤压球13与两个压溃块11抵接设置。

[0052] 进一步优化方案,压溃块11的材料与第一板1相同。

[0053] 本实施例的工作过程如下:

[0054] 当受到撞击时,第一板1和第二板2之间发生相对位移,第二板2的位移方向垂直于阶梯式凹槽5的方向,即沿着滑动长槽9的方向位移,螺栓3的相对移动方向也与阶梯式凹槽5垂直,无法对阶梯式凹槽5内的侧壁进行破碎,无法完成吸能过程,此时第一板1和第二板2之间发生挤压或拉伸,一侧的曲面压缩层12被压缩,另一侧的曲面压缩层12被拉伸,达到一级吸能阶段;随着第一板1和第二板2之间继续相对位移,一侧的弹簧16被压缩板15和第一板1被严重压缩,另一侧的弹簧16被压缩板15和第一板1被严重拉伸,达到二级吸能阶段;当弹簧16被压缩至极致时,第一板1将撞击力直接传递至压缩板15,进而压缩板15依次推动连接杆14和挤压球13,使挤压球13向两个压溃块11之间的间隙方向移动,随着挤压球13的移动,两个压溃块11靠近间隙的相对面被挤压球13挤压、剪切,产生的条状碎片落至挤压球13的下方,破碎过程即为三级吸能阶段。以上完成三级吸能,便达到了第一板1与第二板2过渡破坏的目的。

[0055] 实施例三

[0056] 参考图8-11,本实施例的阶梯式凹槽5与实施例一的区别仅在于,阶梯式凹槽5内开设有第二凹槽7和第三凹槽17,第三凹槽17位于第二凹槽7的下方,第三凹槽17的内侧长边侧壁之间的距离小于螺栓3的大径,第三凹槽17内开设有螺栓孔18,螺栓3穿过螺栓孔18和第二板2与螺母8螺接。

[0057] 本实施例的工作过程如下:

[0058] 当发生碰撞时,第二板2带动螺栓3与第一板1发生相对位移,螺栓3在第三凹槽17内移动,由于第三凹槽17之间的距离小于螺栓3的大径,即使螺栓3移动方向与阶梯式凹槽5的方向相同,螺栓3可以更加充分的与第三凹槽17内侧壁挤压、切割,区别于实施例一中的第一板1与第二板2的相对位移方向,形成不同的挤压、切割方向;同时可以调整第三凹槽17的深度,满足多种吸能要求。

[0059] 实施例四

[0060] 第一板1和第二板2应用于飞机客舱,第一板1作为客舱地板的横梁,第二板2作为客舱内竖直设置的框架,第一板1固定连接在第二板2的一侧,起到支撑和固定客舱内侧空间的作用。

[0061] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0062] 以上所述的实施例仅是对本发明的优选方式进行描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

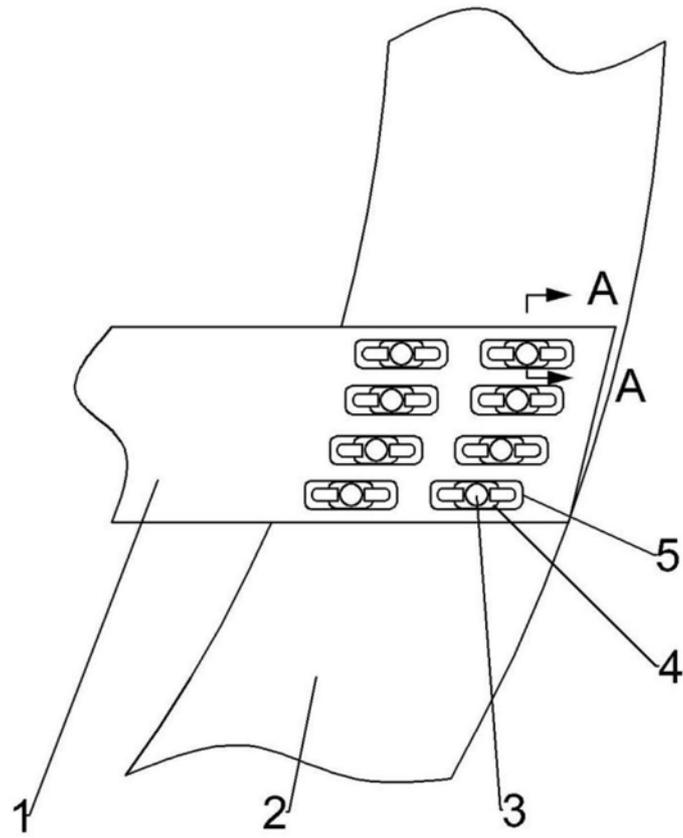


图1

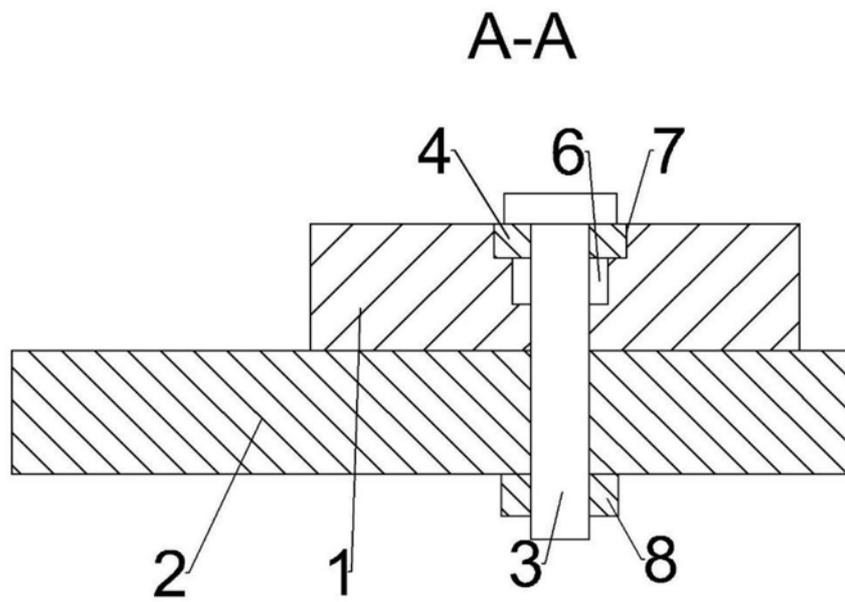


图2

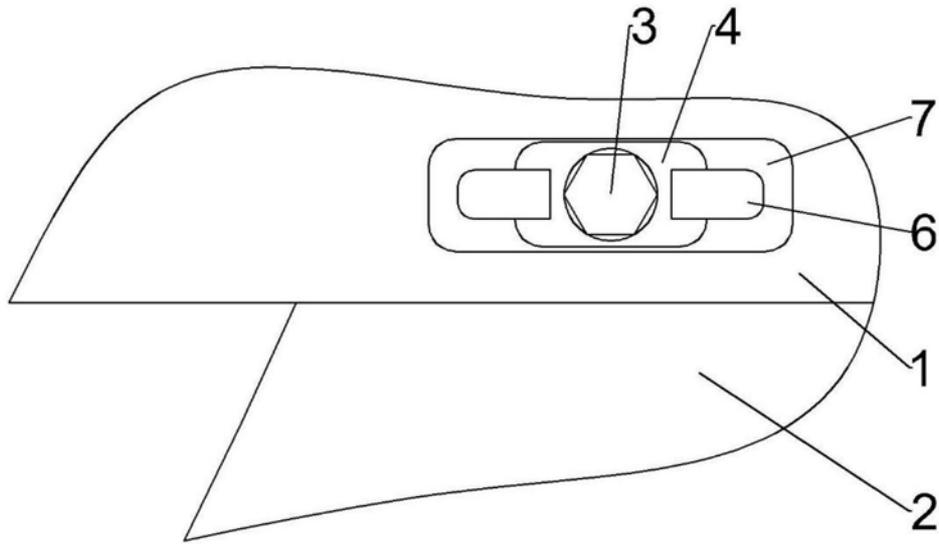


图3

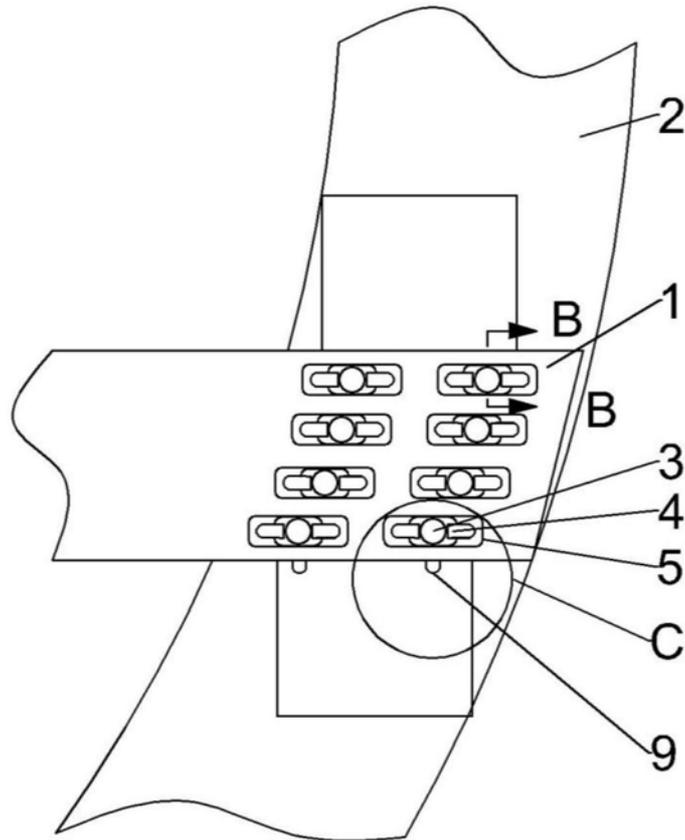


图4

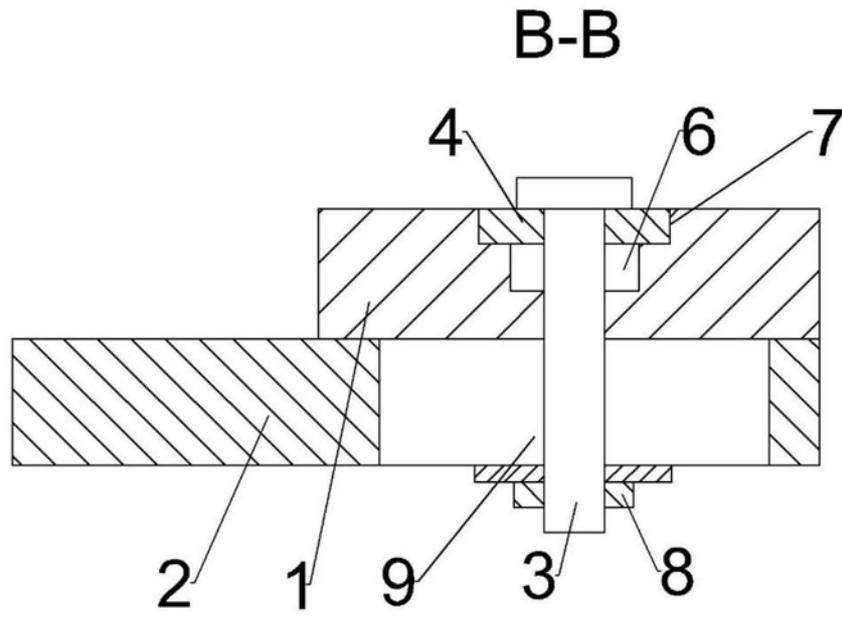


图5

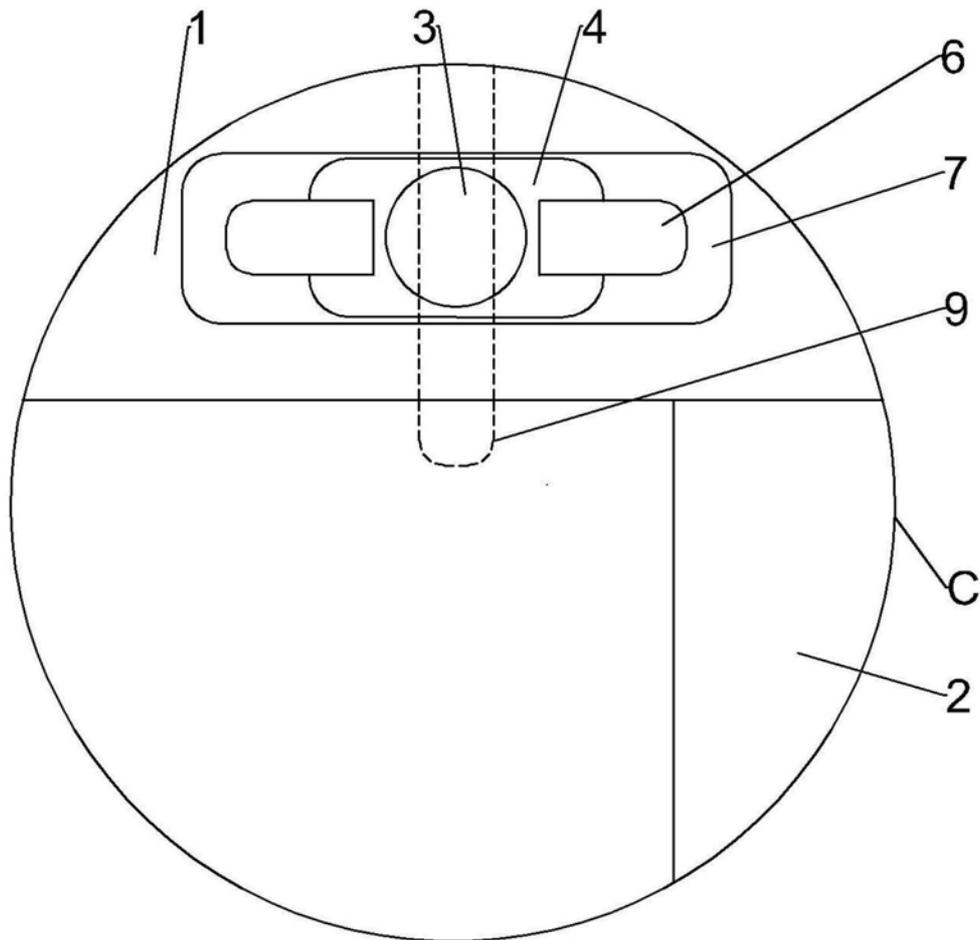


图6

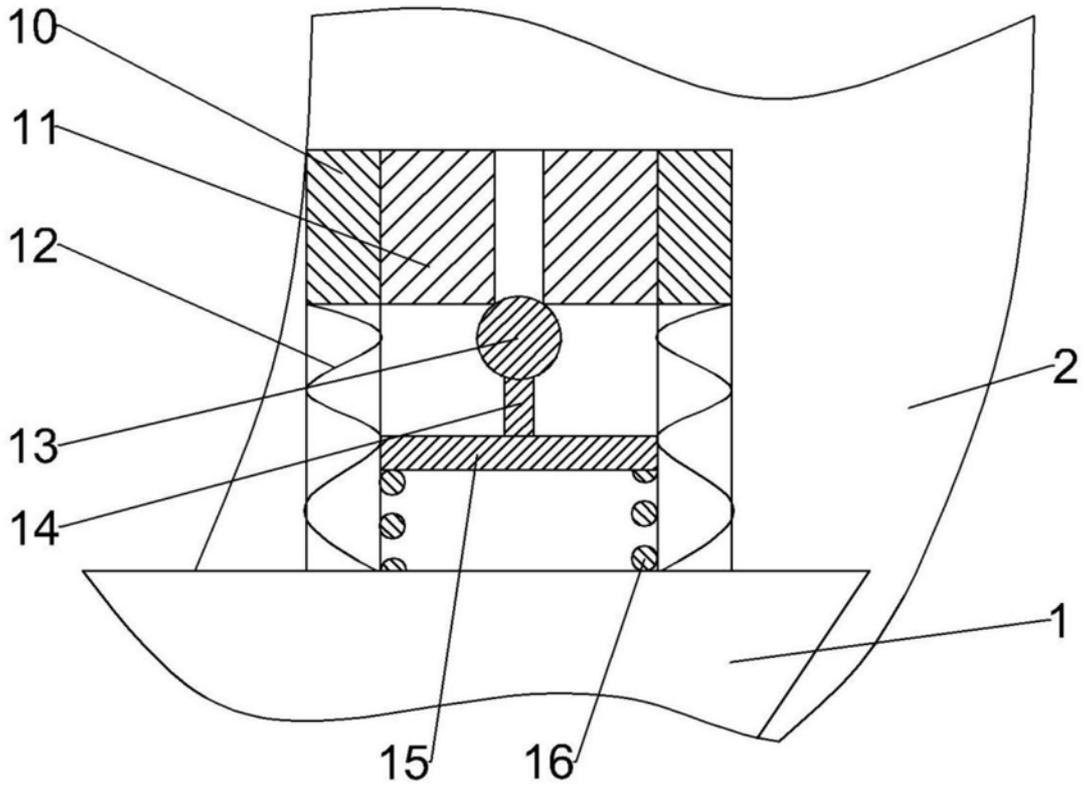


图7

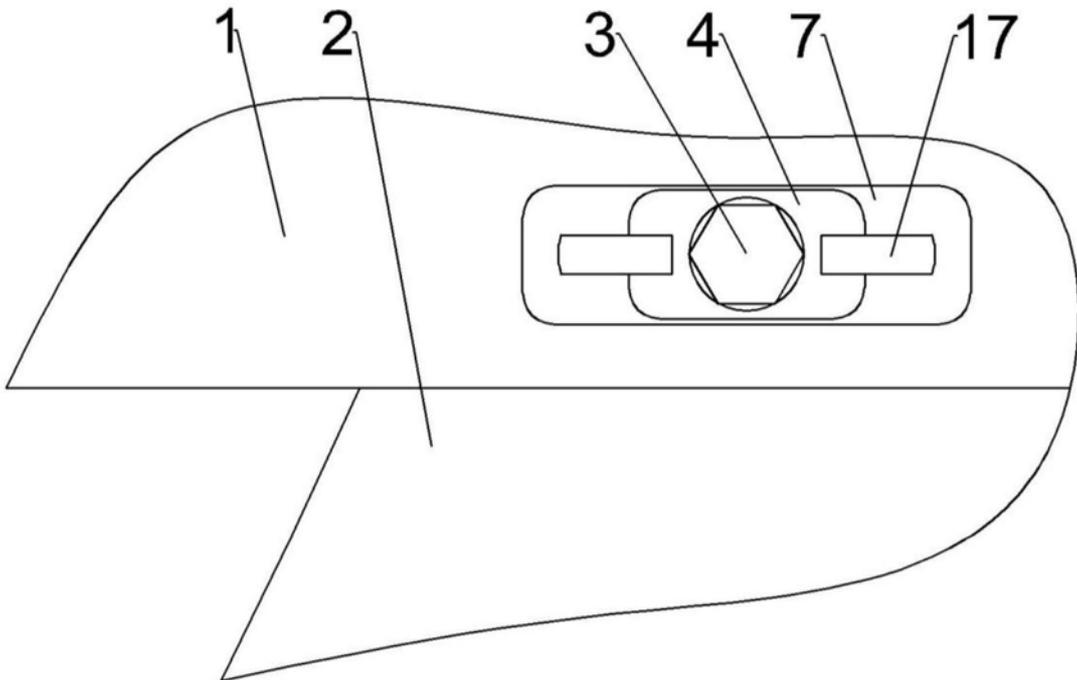


图8

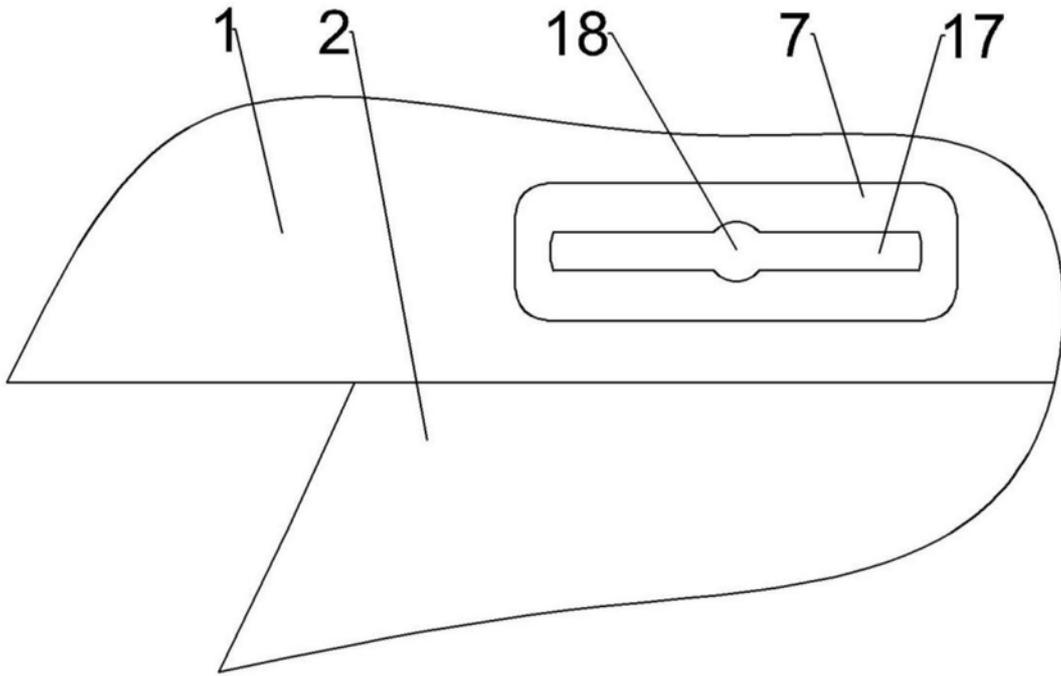


图9

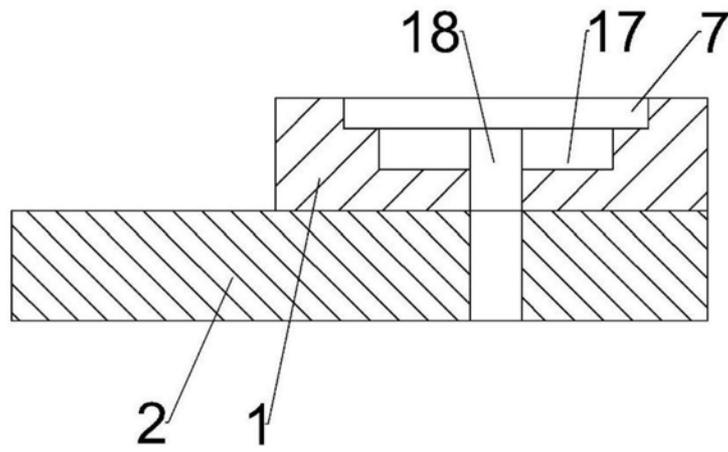


图10

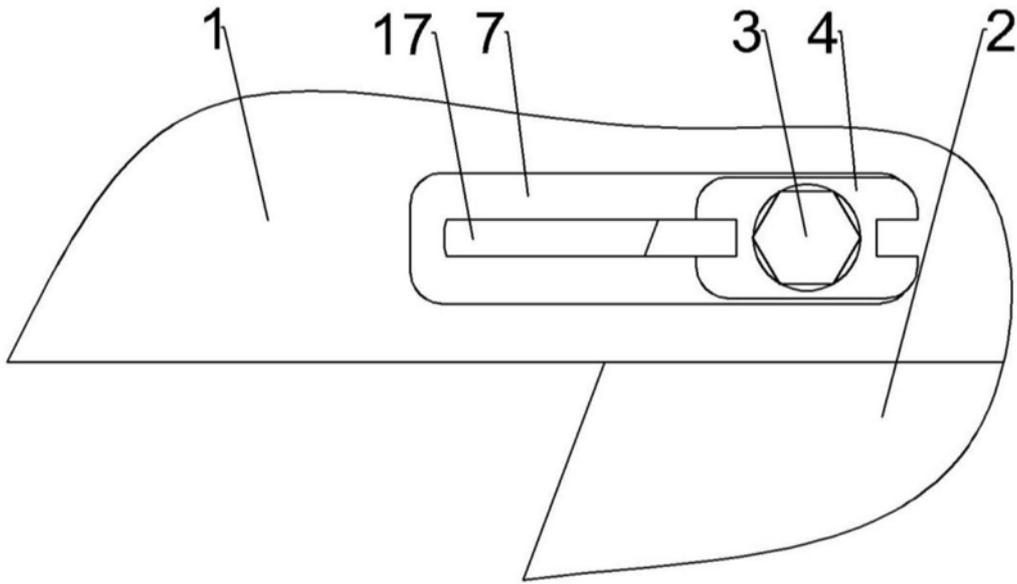


图11