



(21)申请号 201610903362.0

(22)申请日 2016.10.17

(71)申请人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市四牌楼2号

(72)发明人 陈锦祥 张晓明 谢娟 拓万永

(74)专利代理机构 江苏永衡昭辉律师事务所
32250

代理人 王斌

(51)Int.Cl.

B62D 21/15(2006.01)

B60R 19/34(2006.01)

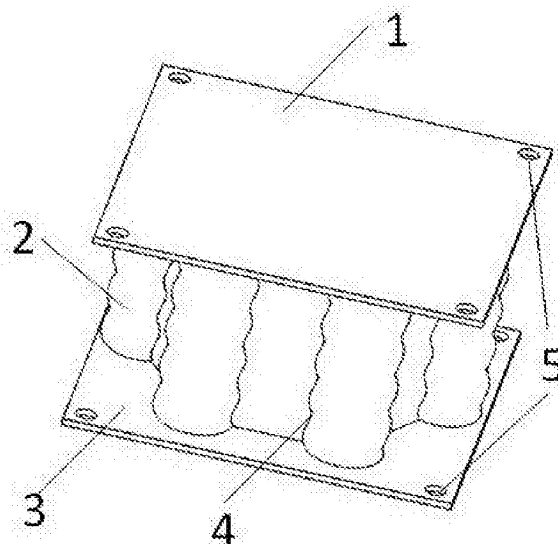
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种仿生吸能盒

(57)摘要

本发明公开了一种仿生吸能盒,包括第一连接板、盒体以及第二连接板,第一连接板和第二连接板分别固定在盒体的两端,其特征在于:所述盒体由多边形格栅单元的格栅壁以及沿着格栅壁交汇处设置的薄壁柱组成,所述薄壁柱和格栅壁为等截面的波形,在格栅壁与薄壁柱的交汇处形成波形的变形引导线。本发明所阐述的吸能盒吸能大、耗能稳定、有效降低碰撞后车速,进一步提高汽车安全碰撞时的最高安全速度,重点适用于汽车零部件设计制造领域或类似有防撞要求的结构,可有效保障主体结构和人们的生命安全。



1. 一种仿生吸能盒,包括第一连接板、盒体以及第二连接板,第一连接板和第二连接板分别固定在盒体的两端,其特征在于:所述盒体由多边形格栅单元的格栅壁以及沿着格栅壁交汇处设置的薄壁柱组成,所述薄壁柱和格栅壁为等截面的波形,在格栅壁与薄壁柱的交汇处形成波形的变形引导线。

2. 根据权利要求1所述的仿生吸能盒,其特征在于:所述变形引导线波形为正弦波 $y = A\sin x$ 或余弦波 $y = A\cos x$ 或组合波 $y = A(\cos x + \sin x)$,其幅值 A 由下式所确定,其中 P 为无正弦波时盒体的最高抗压强度, F 为使用时所要求的最高抗压强度, x 为盒体沿高度方向的变量, dx 为对 x 的微分:

$$\text{只有正弦波时: } \int_0^\pi \sqrt{1 + (A\cos x)^2} dx = \frac{P}{F}$$

$$\text{只有余弦波时: } \int_0^\pi \sqrt{1 + (A\sin x)^2} dx = \frac{P}{F}$$

$$\text{正弦波与余弦波组合波时: } \int_0^\pi \sqrt{1 + (A(\cos x + \sin x))^2} dx = \frac{P}{F}。$$

3. 根据权利要求2所述的仿生吸能盒,其特征在于:所述设置有正弦波或余弦波变形引导线的盒体可由一体浇筑成型或机械加工方式形成。

4. 根据权利要求2所述的仿生吸能盒,其特征在于:所述多边形格栅单元为三角形、四边形或六边形等多边形格栅。

5. 根据权利要求3所述的仿生吸能盒,其特征在于:吸能盒的材质选用钢、铝合金或纤维复合材料。

6. 根据权利要求4所述的仿生吸能盒,其特征在于:所述格栅壁两端与薄壁柱两端分别与第一连接板和第二连接板相连。

7. 根据权利要求1所述的仿生吸能盒,其特征在于:位于第一连接板与第二连接板之间的盒体数量等于或大于一个。

一种仿生吸能盒

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于碰撞时吸收冲击的吸能盒,尤其涉及一种汽车吸能盒。

背景技术

[0002] 汽车发生碰撞时,特别是低速碰撞时,为避免前纵梁变形,通常在汽车横梁(保险杠)和前纵梁(汽车主框架)之间安装吸能盒。碰撞发生时,首先接触的是汽车前保险杠,其次是吸能盒,最后是前纵梁。汽车保险杠和吸能盒不仅起到保护车内乘员和外部行人安全,使伤害程度尽量降低的作用外,也起到使车辆和其它部件的损坏程度降低的作用,这样在车辆碰撞发生后,其维修成本才会降低。但美国的IIHS的测试结果显示,大部分汽车配置的保险杠目前远没有足够的缓冲性能以达到维修成本降低的目的。因此吸能盒除了应具有足够的强度、刚度以满足汽车较强的抗撞性能外,还应当具有相当的缓冲吸能能力,以此来减弱碰撞时产生的冲击力。因此发生碰撞时,决定其防撞性能的关键部件是汽车保险杠系统与前纵梁之间的吸能部件,吸能特性好的部件将把碰撞产生的能量全部吸收,使车体的其它结构避免永久变形,从而保护汽车前纵梁、发动机等重要部件免受损坏,更保证车内人员不受损伤。当碰撞时汽车达到一定速度时,吸能盒不能完全吸收汽车碰撞时的动能,剩余能量则由纵梁承担,此时汽车的主体结构就会发生损坏,甚至威胁车内人员的安全。

[0003] 但发明人发现目前的技术中仍然存在以下问题:现有的传统吸能盒仅为四边形矩形或单一的圆柱形,其变形引导线也为折线,从而不能充分利用材料的塑性变形进行耗能。因此存在缓冲性能不足、吸能行程较长等缺点。只能保证当汽车发生低速碰撞时保护器主体结构以及内部人员的安全。当汽车发生中高速碰撞时,会产生较大的二次碰撞伤害,此时吸能盒所起到的作用非常有限。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是针对上述现有技术存在的不足,而提供了一种吸能大且耗能快的仿生吸能盒。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:

[0006] 一种仿生吸能盒,第一连接板、盒体以及第二连接板,第一连接板和第二连接板分别固定在盒体的两端,其特征在于:所述盒体由多边形格栅单元的格栅壁以及沿着栅格壁交汇处设置的薄壁柱组成,所述薄壁柱以及格栅壁为等截面的波形,在格栅壁与薄壁柱的交汇处形成波形的变形引导线。

[0007] 所述波形为正弦波、余弦波或者正弦波与余弦波的组合波,其中当波形为正弦波 $y = A\sin x$ 或余弦波 $y = A\cos x$ 或组合波 $y = A(\cos x + \sin x)$,其幅值 A 由下式所确定,其中 P 为无正弦波时盒体的最高抗压强度, F 为使用时所要求的最高抗压强度, x 为盒体沿高度方向的变量, dx 为对 x 的微分:

[0008] 只有正弦波时:
$$\int_0^{\pi} \sqrt{1 + (A\cos x)^2} dx = \frac{P}{F}$$

[0009] 只有余弦波时： $\int_0^{\pi} \sqrt{1 + (A\sin x)^2} dx = \frac{P}{F}$

[0010] 正弦波与余弦波组合波时： $\int_0^{\pi} \sqrt{1 + (A(\cos x + \sin x))^2} dx = \frac{P}{F}$

[0011] 所述设置有正弦波或余弦波变形引导线盒体可由一体浇筑成型或机械加工方式形成。

[0012] 所述多边形格栅单元为三角形、四边形或六边形等多边形格栅。

[0013] 吸能盒的材质选用钢、铝合金或纤维复合材料。

[0014] 所述格栅壁两端与薄壁柱两端分别与第一连接板和第二连接板相连。

[0015] 位于第一连接板与第二连接板之间的盒体数量等于或大于一个。

[0016] 本发明吸能盒中薄壁小柱-格栅结构具有优秀的变形耗能能力。相比于现有吸能盒,其变形耗能能力是现有吸能盒的5~7倍;相比于未设置正弦波(或余弦波及其组合波形)变形引导线的圆柱结构,本发明不但具有耗能稳定、充分利用材料塑性变形能力的特点,而且可以有效降低汽车碰撞瞬间的碰撞力峰值,尽可能地减少碰撞瞬间产生的巨大冲击力对车内人员的安全造成威胁。因此该吸能盒能够快速吸收碰撞能量,耗能稳定,有效降低碰撞后车速,进一步提高汽车安全碰撞时的最高安全速度,重点适用于汽车零部件设计制造领域或类似有防撞要求的结构,可有效保障主体结构和人们的生命安全。且根据不同车型以及碰撞峰值的要求,可通过改变正弦波(或余弦波及其组合波形)变形引导线的幅值改变吸能盒碰撞力的峰值,碰撞力峰值的大小一定程度上也决定了整个结构的耗能能力:不能过大,会对车内人员安全造成威胁;也不能过小,会导致耗能能力不足。当波形为正弦波 $y=A\sin x$ 或余弦波 $y=A\cos x$ 或组合波 $y=A(\cos x + \sin x)$,其幅值A由下式所确定,其中P为无正弦波时盒体的最高抗压强度,F为使用时所要求的最高抗压强度,x为沿高度方向的变量,dx为对x进行微分:

[0017] 只有正弦波时： $\int_0^{\pi} \sqrt{1 + (A\cos x)^2} dx = \frac{P}{F}$

[0018] 只有余弦波时： $\int_0^{\pi} \sqrt{1 + (A\sin x)^2} dx = \frac{P}{F}$

[0019] 正弦波与余弦波组合波时： $\int_0^{\pi} \sqrt{1 + (A(\cos x + \sin x))^2} dx = \frac{P}{F}$

[0020] 上式为定积分公式。

附图说明

[0021] 图1为本发明仿生吸能盒示意图。

[0022] 图2为本发明仿生吸能盒侧视图。

[0023] 图3为本发明六边形格栅单元的吸能盒截面示意图

[0024] 图4为本发明四边形格栅单元的吸能盒截面示意图。

[0025] 图5为本发明吸能盒截面尺寸示意图。

[0026] 图6为传统吸能盒截面尺寸示意图。

[0027] 图7为本发明与传统吸能盒冲击动能曲线。

[0028] 图中编号:1为第一连接板;2为盒体;3为第二连接板;4为变形引导线;5为螺栓孔,6为六边形格栅单元的吸能盒;7为薄壁柱,8为格栅壁,9为四边形格栅单元的吸能盒。

具体实施方式

[0029] 本发明一种仿生吸能盒,其示意图及中间盒体结构分别如图1、图2和图3所示。该仿生吸能盒,包括第一连接板1、盒体2以及第二连接板3。盒体2由多边形格栅单元的格栅壁8以及沿着栅格壁交汇处设置的薄壁柱7组成,薄壁柱以及格栅壁为等截面的波形,波形的轮廓线形成变形引导线4。第一连接板1和第二连接板3分别固定在盒体2的两端,且第一连接板和第二连接板设置连接螺栓孔5,分别与汽车纵梁和保险杠连接。

[0030] 波形可以为正弦波或余弦波及其组合波,可由一体浇筑成型或机械加工方式形成(如图1与图2所示)。

[0031] 利用ABAQUS有限元软件对具有正弦波引导变形的仿生吸能盒(图5)进行冲击模拟分析为例,并与现有常用的汽车传统吸能盒(图6)相比较,阐明了仿生吸能盒具有耗能稳定、充分利用材料塑性变形能力的特点。数值模拟分析所用的仿生吸能盒(图5)和传统吸能盒(图6)两侧连接板厚度2mm,盒体高度60mm,截面尺寸分别如图5和图6所示,且两种不同吸能盒的盒体截面积相同,即体积相同,因此更具有可比性。其中仿生吸能盒采用的是正弦波引导变形线,而传统吸能盒则采用折线变形槽。两种吸能盒模型采用材料为铝合金,采用S4R单元分割网格,总体单元数约为30000,吸能盒以70KM/h的速度冲击刚性板,碰撞时间0.01s。

[0032] 图7为二者冲击动能随时间的变化曲线。由该动能曲线可知,1)本发明仿生吸能盒在不到0.01s的时间内就吸收了全部动能;而传统吸能盒在0.01s时只吸收了初始动能的约一半。这意味着,当车辆发生碰撞时,传统吸能盒在失效之前不能吸收全部动能,则碰撞最终会由车架(即汽车主框架)承担和耗散剩余动能,产生二次碰撞伤害。由于二次碰撞产生的冲击力将直接由车架承担,导致其变形,严重威胁车内人员的安全;2)当碰撞时间为0.002s时,传统吸能盒的速度为57.2KM/h,而仿生吸能盒此刻的速度为24.7KM/h。在碰撞初期(0~0.002s),仿生吸能盒能够迅速降低整个系统的动能,降低碰撞速度,降幅达64%。意味着即使发生高速碰撞,仿生吸能盒能够有效降低碰撞后的车速,从而大幅减少二次碰撞给车辆和车内人员带来的伤害。

[0033] 综上所述,具有正弦波引导变形的仿生吸能盒具有较高的变形耗能能力,在短时间碰撞时能有效降低汽车的碰撞后速度。现在常用的汽车吸能盒通常为低速吸能盒,即安全速度为35~45KM/h,欧洲的安全标准是50KM/h。而仿生吸能盒经过优化预期可将安全速度提升至70~80KM/h,从而有效降低车祸时的车辆损毁程度和车内人员的生命安全。根据中国官方统计报告,2010年,全国共发生道路交通事故238351起,造成67759人死亡、275125人受伤。每次造成严重伤亡的车祸,其根本在于车速过快,未能及时刹车。采用仿生吸能盒的汽车安全速度为70~80KM/h,意味着在城市内部发生正面碰撞的车祸时,可基本保证车内人员安全。我国高速公路上车速一般为100~120KM/h。一般根据驾驶人员的正常反应,遇到紧急情况都会踩刹车。只是由于高速上车速过快,不能将车速降至现有吸能盒的安全速度,即50KM/h以内,因此造成人员伤亡。当采用仿生吸能盒时,只需将车速降至70~80KM/h

以内,就可以保证车内人员的安全。这将极大的降低交通事故发生时人员的伤亡率,极具应用价值。除了汽车领域,更适用于航空航天、船舶缓冲力学性能要求更高的领域。所以其应用范围极其广泛,是对缓冲耗能结构的一次重大革新。

[0034] 本发明多边形栅格结构不限于正四边形的夹层状结构,这种栅格结构也可以是正三角形、六边形结构。薄壁柱的形状可以是圆形或多边形。

[0035] 实施例1一种轻质高强多功能缓冲夹层板

[0036] 该结构除了由上下夹板,以及含有薄壁柱的栅格层组成外,在空腔中填塞发泡型缓冲材料以进一步增强缓冲性能。

[0037] 实施例2一种轻质高强夹层曲面板

[0038] 该结构依然由上下夹板,以及含有薄壁柱的栅格层组成,但在制作时,通过调整模具,实现板面由平变曲,增强板材的适用范围。

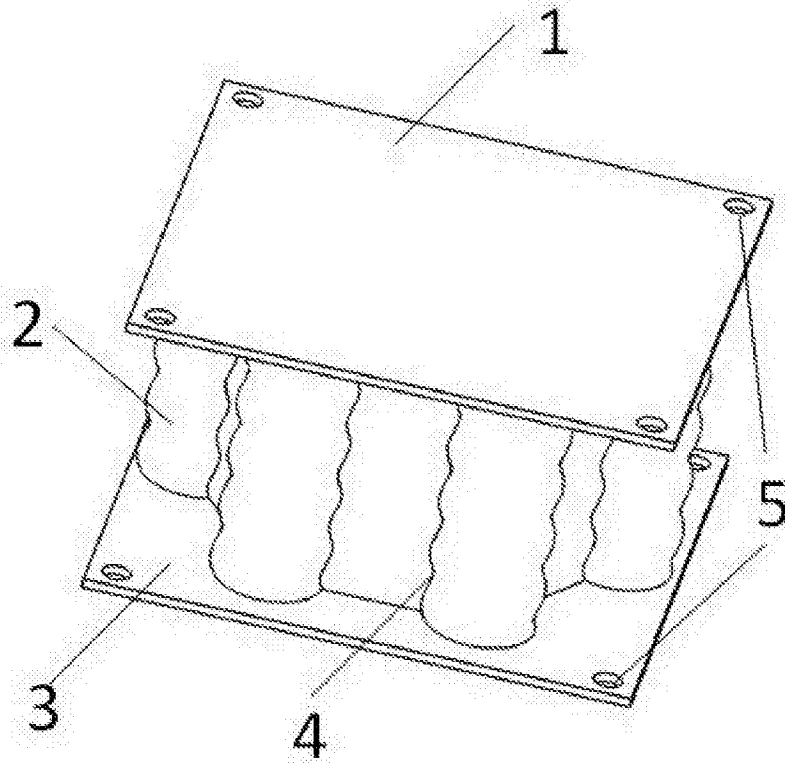


图1

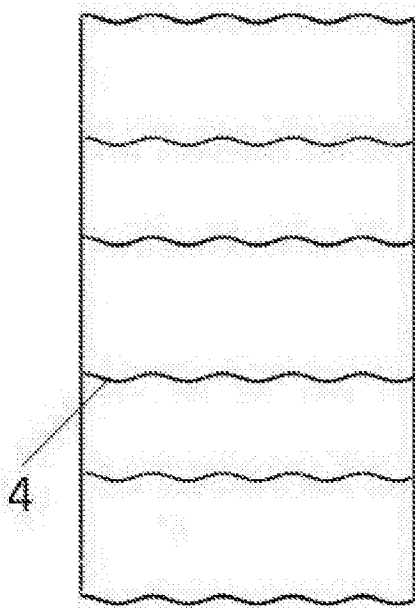


图2

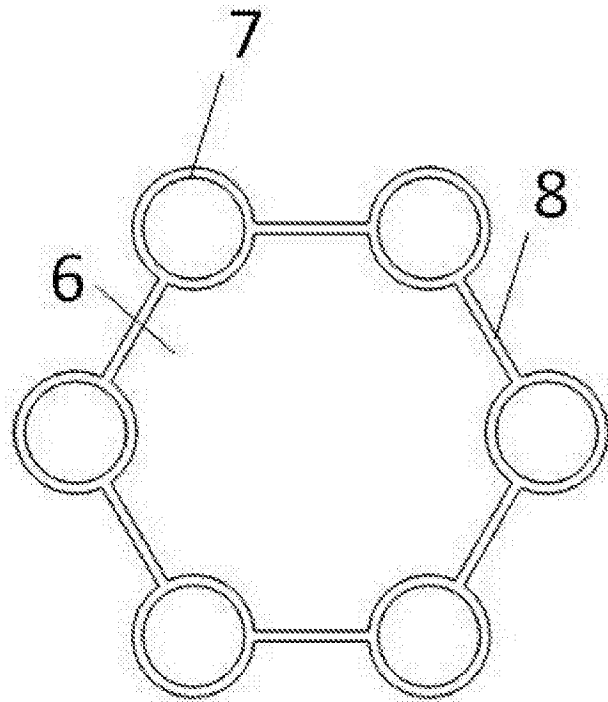


图3

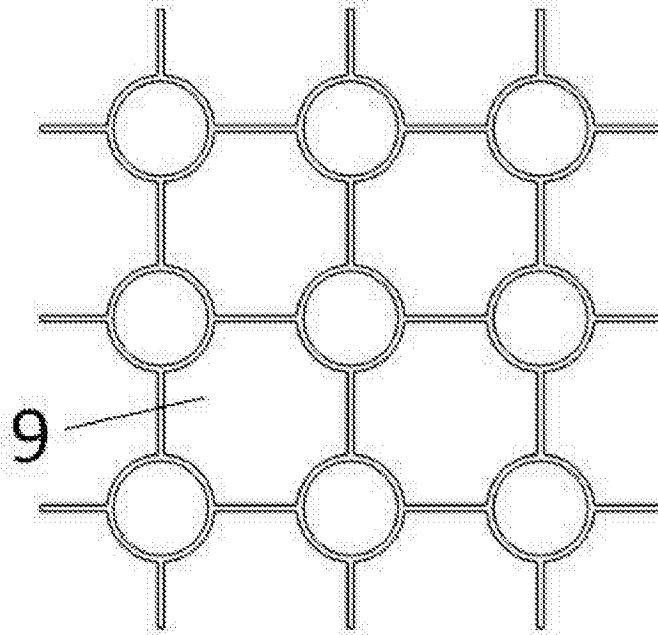


图4

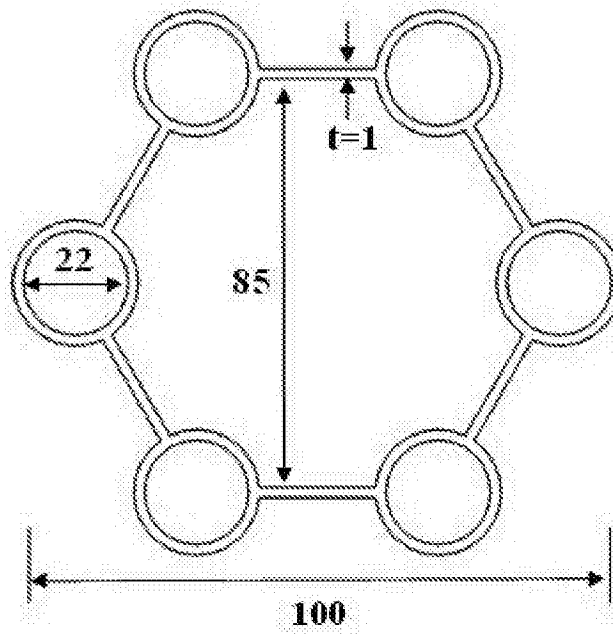


图5

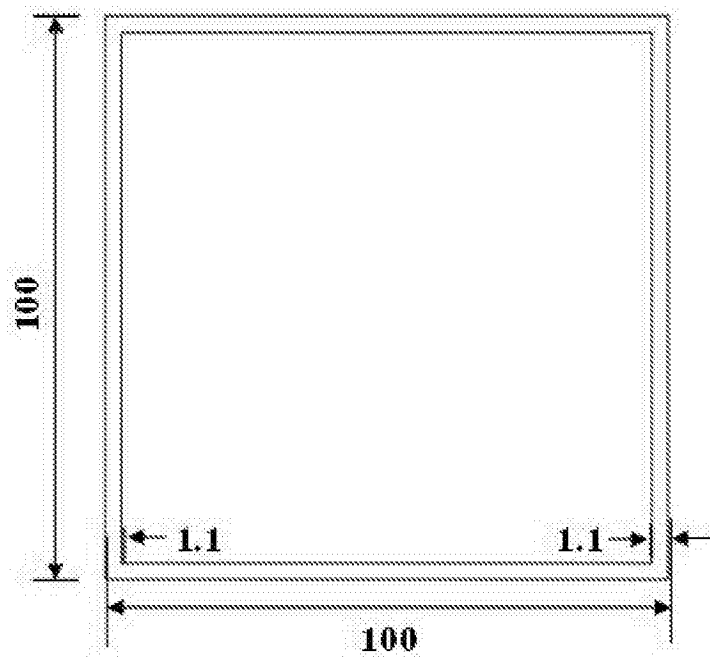


图6

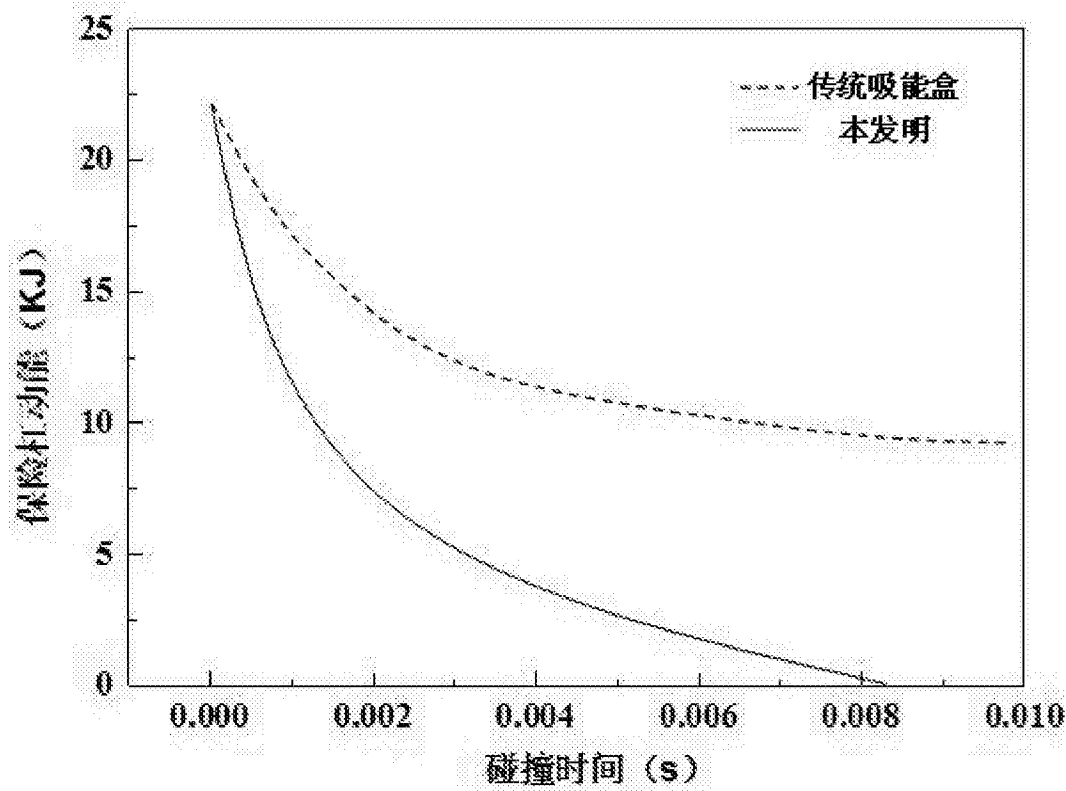


图7