



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103410904 A

(43) 申请公布日 2013. 11. 27

(21) 申请号 201310359713. 2

(22) 申请日 2013. 08. 16

(71) 申请人 西北核技术研究所

地址 710024 陕西省西安市 69 信箱

(72) 发明人 徐海斌 谭书舜 张德志 马艳军

李运良 李进

(74) 专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限

公司 61211

代理人 王少文

(51) Int. Cl.

F16F 7/12(2006. 01)

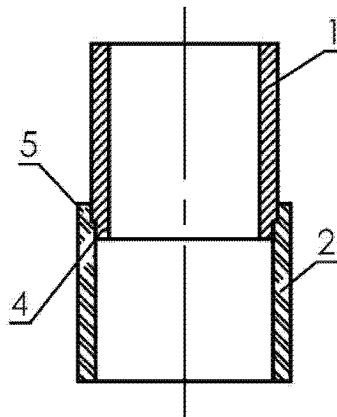
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

## (54) 发明名称

一种圆管组合缓冲装置

## (57) 摘要

一种圆管组合缓冲装置,包括沿载荷方向依次接触的两个强度不等的大圆管和小圆管,大圆管的内径略小于小圆管的外径。本发明将不同强度或尺寸的圆管与圆管进行了同轴叠加,多层圆管缓冲装置在体积几乎保持不变的条件下,由单一的圆管屈曲变形吸能的方式转变为圆管相互剪切破坏吸收能量,具有单位体积吸收能量大、冲击力平稳、平均载荷/峰值载荷的比值较高的优点,使被保护对象能够得到很好的保护。



1. 一种圆管组合缓冲装置,其特征在于:包括沿载荷方向依次接触的两个强度不等的大圆管(2)和小圆管(1),

所述大圆管的内径略小于小圆管的外径,

并且:小圆管的接触端面设置有第一凸台(4);所述第一凸台的内径等于小圆管内径,其外径等于大圆管内径;

或者,大圆管的接触端面设置有第二凸台(5);所述第二凸台的内径等于小圆管外径,其外径等于大圆管外径;

或者,小圆管的接触端面设置有第一凸台,大圆管的接触端面设置有第二凸台;所述第一凸台的内径等于小圆管内径,其外径等于第二凸台的内径,所述第二凸台的外径等于大圆管外径。

2. 一种圆管组合缓冲装置,其特征在于:包括沿载荷方向依次接触的两个强度不等的大圆管(2)和小圆管(1),

所述大圆管的内径略小于小圆管的外径,

并且:小圆管的接触端面设置有第一凸台(4);所述第一凸台的内径等于小圆管内径,其外径等于大圆管内径;所述大圆管的接触端面设置有切割环(6);

或者,大圆管的接触端面设置有第二凸台(5);所述第二凸台的内径等于小圆管外径,其外径等于大圆管外径;所述小圆管的接触端面设置有切割环;

所述切割环的强度大于大圆管和小圆管的强度。

3. 根据权利要求2所述的圆管组合缓冲装置,其特征在于:

所述切割环为平板型圆环,或者为一个端面为锥形环面的圆环。

4. 一种圆管组合缓冲装置,其特征在于:包括沿载荷方向依次接触的多个强度互不相等、外径依次变大的圆管,

任意相邻的两个大圆管和小圆管之间的接触关系和尺寸关系按以下方式确定:

所述大圆管的内径略小于小圆管的外径,

并且:小圆管的接触端面设置有第一凸台(4);所述第一凸台的内径等于小圆管内径,其外径等于大圆管内径;

或者,大圆管的接触端面设置有第二凸台(5);所述第二凸台的内径等于小圆管外径,其外径等于大圆管外径;

或者,小圆管的接触端面设置有第一凸台,大圆管的接触端面设置有第二凸台;所述第一凸台的内径等于小圆管内径,其外径等于第二凸台的内径,所述第二凸台的外径等于大圆管外径。

5. 一种圆管组合缓冲装置,其特征在于:包括沿载荷方向依次接触的多个强度互不相等、外径依次变大的圆管,

任意相邻的两个大圆管和小圆管之间的接触关系和尺寸关系按以下方式确定:

所述大圆管的内径略小于小圆管的外径,

并且:小圆管的接触端面设置有第一凸台(4);所述第一凸台的内径等于小圆管内径,其外径等于大圆管内径;所述大圆管的接触端面设置有切割环;

或者,大圆管的接触端面设置有第二凸台(5);所述第二凸台的内径等于小圆管外径,其外径等于大圆管外径;所述小圆管的接触端面设置有切割环;

所述切割环的强度大于大圆管和小圆管的强度。

6. 根据权利要求 5 所述的圆管组合缓冲装置,其特征在于:

所述切割环为平板型圆环,或者为一个端面为锥形环面的圆环。

## 一种圆管组合缓冲装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种载荷缓冲吸能方法及装置,特别是一种圆管组合的载荷缓冲吸能方法及装置。

### 背景技术

[0002] 金属薄壁圆管结构稳定,其变形破坏模式稳定、能量吸收可控,因此作为缓冲吸能结构被广泛应用于与碰撞安全密切相关的领域,如车辆、航天器以及工程防护等。但是金属薄壁圆管作为缓冲装置在吸收冲击能量的过程中存在一些不足:

[0003] 1、变形模式会受到金属管的径厚比和长径比等因素的影响,如长径比过大的金属管就会发生欧拉屈曲达不到缓冲的目的;

[0004] 2、在缓冲后期金属管屈曲后叠加在一起,吸能元件有效变形长度与初始长度之比不高;

[0005] 3、薄壁金属管轴向屈曲时,载荷波动较大,缓冲力不平稳,载荷效率即平均载荷/峰值载荷的比值通常较低。

[0006] 中国发明专利 ZL200810064833.9 公开了一种由薄壁金属圆柱管、薄壁金属塑性变形缓冲器及多孔缓冲材料缓冲器构成的组合式缓冲器,在体积保持不变的条件下,将上述三种缓冲器进行了有机的组合,利用各个子缓冲器的冲击曲线错位叠加,改善单一缓冲器存在的载荷波动大等缺点,有效改善了缓冲平稳特性,具有单位体积吸收能量大等特点。

### 发明内容

[0007] 本发明目的是提供一种用于冲击减振的圆管组合缓冲方法和装置,具有结构简单、受力平稳、平均载荷/峰值载荷的比值高、缓冲行程利用率高等特点。

[0008] 本发明的技术解决方案是:

[0009] 一种圆管组合缓冲装置,其特殊之处在于:包括沿载荷方向依次接触的两个强度不等的大圆管 2 和小圆管 1,

[0010] 所述大圆管的内径略小于小圆管的外径,

[0011] 并且:小圆管的接触端面设置有第一凸台 4;所述第一凸台的内径等于小圆管内径,其外径等于大圆管内径;

[0012] 或者,大圆管的接触端面设置有第二凸台 5;所述第二凸台的内径等于小圆管外径,其外径等于大圆管外径;

[0013] 或者,小圆管的接触端面设置有第一凸台,大圆管的接触端面设置有第二凸台;所述第一凸台的内径等于小圆管内径,其外径等于第二凸台的内径,所述第二凸台的外径等于大圆管外径。

[0014] 一种圆管组合缓冲装置,其特殊之处在于:包括沿载荷方向依次接触的两个强度不等的大圆管 2 和小圆管 1,

[0015] 所述大圆管的内径略小于小圆管的外径,

[0016] 并且:小圆管的接触端面设置有第一凸台 4;所述第一凸台的内径等于小圆管内径,其外径等于大圆管内径;所述大圆管的接触端面设置有切割环 6;

[0017] 或者,大圆管的接触端面设置有第二凸台 5;所述第二凸台的内径等于小圆管外径,其外径等于大圆管外径;所述小圆管的接触端面设置有切割环;

[0018] 所述切割环的强度大于大圆管和小圆管的强度。

[0019] 上述切割环为平板型圆环,或者为一个端面为锥形环面的圆环。

[0020] 一种圆管组合缓冲装置,其特殊之处在于:包括沿载荷方向依次接触的多个强度互不相等、外径依次变大的圆管,

[0021] 任意相邻的两个大圆管和小圆管之间的接触关系和尺寸关系按以下方式确定:

[0022] 所述大圆管的内径略小于小圆管的外径,

[0023] 并且:小圆管的接触端面设置有第一凸台 4;所述第一凸台的内径等于小圆管内径,其外径等于大圆管内径;

[0024] 或者,大圆管的接触端面设置有第二凸台 5;所述第二凸台的内径等于小圆管外径,其外径等于大圆管外径;

[0025] 或者,小圆管的接触端面设置有第一凸台,大圆管的接触端面设置有第二凸台;所述第一凸台的内径等于小圆管内径,其外径等于第二凸台的内径,所述第二凸台的外径等于大圆管外径。

[0026] 一种圆管组合缓冲装置,其特殊之处在于:包括沿载荷方向依次接触的多个强度互不相等、外径依次变大的圆管,

[0027] 任意相邻的两个大圆管和小圆管之间的接触关系和尺寸关系按以下方式确定:

[0028] 所述大圆管的内径略小于小圆管的外径,

[0029] 并且:小圆管的接触端面设置有第一凸台 4;所述第一凸台的内径等于小圆管内径,其外径等于大圆管内径;所述大圆管的接触端面设置有切割环;

[0030] 或者,大圆管的接触端面设置有第二凸台 5;所述第二凸台的内径等于小圆管外径,其外径等于大圆管外径;所述小圆管的接触端面设置有切割环;

[0031] 所述切割环的强度大于大圆管和小圆管的强度。

[0032] 上述切割环为平板型圆环,或者为一个端面为锥形环面的圆环。

[0033] 本发明的有益效果是:

[0034] 1、本发明将不同强度或尺寸的圆管与圆管进行了同轴叠加,多层圆管缓冲装置在体积几乎保持不变的条件下,由单一的圆管屈曲变形吸能的方式转变为圆管相互剪切破坏吸收能量,具有单位体积吸收能量大、冲击力平稳、平均载荷/峰值载荷的比值较高的优点,使被保护对象能够得到很好的保护。

[0035] 2、本发明的缓冲装置结构简洁、设计简便、加工方便、成本低,装置中的圆管不受长径比和径厚比等参数的影响,通过调整圆管之间的接触面积或圆管的材料即可改变缓冲装置的冲击力,有利于结构设计和缓冲装置的应用。

[0036] 3、通过合理的设计,该缓冲装置可以应用于汽车安全和高速列车的耐撞性结构设计中,也可用于飞行器的着陆等各种爆炸与冲击防护减振结构中。

附图说明

- [0037] 图 1 是本发明第一种双层圆管组合缓冲装置的主视剖面图，  
[0038] 图 2 是本发明第二种双层圆管组合缓冲装置的主视剖面图，  
[0039] 图 3 是本发明第三种双层圆管组合缓冲装置的主视剖面图，  
[0040] 图 4 是本发明第四种双层圆管组合缓冲装置的主视剖面图，  
[0041] 图 5 是本发明第五种双层圆管组合缓冲装置的主视剖面图，  
[0042] 图 6 是本发明第六种双层圆管组合缓冲装置的主视剖面图，  
[0043] 图 7 是本发明第七种双层圆管组合缓冲装置的主视剖面图，  
[0044] 图 8 是本发明三层圆管组合缓冲装置的主视剖面图，  
[0045] 图 9 是本发明多层圆管组合缓冲装置的主视剖面图，  
[0046] 图 10 是双层圆管组合缓冲装置的载荷 - 位移曲线。

### 具体实施方式

[0047] 圆管组合缓冲装置根据圆管数量可以分为双层圆管组合缓冲装置和三层以上圆管组合缓冲装置。

[0048] 双层圆管组合缓冲装置，由两部分组成，分别为外径较小的小圆管 1 和外径较大的大圆管 2，两者强度不同。小圆管 1 接触端面有一体式的第二凸台 4，即小圆管 1 有两种外径  $d_1$  和  $d_2$ ,  $d_1 > d_2$ ; 大圆管 2 接触端面有一体式的第二凸台 5，即大圆管 2 有两种内径  $d_1$  和  $d_2$ 。将小圆管 1 放入大圆管 2 内，小圆管 1 和大圆管 2 同轴装配，直径  $d_1$  和  $d_2$  之间的环形面积为两个圆管的重叠部分。小圆管 1 和大圆管 2 最好紧配合，小圆管 1 第二凸台 4 和大圆管 2 第二凸台 5 主要起定位、约束的作用，实际应用中最好选用第二凸台 4 和第二凸台 5 的其中一种结构，避免小圆管 1 和大圆管 2 在缓冲过程中出现失稳。

[0049] 如果小圆管 1 的强度小于大圆管 2，当结构轴向受压时，随着小圆管 1 的嵌入运动，小圆管 1 在大圆管 2 的挤压下发生塑性变形，小圆管 1 直径在  $d_2 \sim d_1$  之间的部分被大圆管 2 切割，从而实现缓冲吸收能量的功能。

[0050] 如果大圆管 2 的强度小于小圆管 1，当结构轴向受压时，随着小圆管 1 的嵌入运动，大圆管 2 在小圆管 1 的挤压下发生塑性变形，大圆管 2 内部台阶（直径在  $d_2 \sim d_1$  之间）被小圆管 1 切割，从而实现缓冲吸收冲击能量的目的。

[0051] 如果小圆管 1 与大圆管 2 的强度相差不大，可以在小圆管 1 和大圆管 2 之间增设高强度切割环 6，该切割环强度大于小圆管 1 和大圆管 2，且与小圆管 1 和大圆管 2 的接触面积不同，接触面积较少的圆管首先被高强度切割环剪切，随后进入稳定的切割阶段，直至该圆管被切割完。高强度切割环可以设计一尖端作为切削刀口，可以确保被切削的圆管的切割状态更加稳定。

[0052] 本发明结构主要通过小圆管 1 与大圆管 2 的剪切变形实现缓冲吸能，由于切割吸能大于一般的塑性变形，因此尺寸较小的圆管相互剪切也能吸收较大的能量，且载荷波动较小，载荷效率即平均载荷 / 峰值载荷的比值较高。其峰值载荷和平均载荷主要取决于两个因素，一个是小圆管 1 和大圆管 2 重叠部分的面积，另一个是小圆管 1 和大圆管 2 的极限强度。通过第二凸台和第三凸台的径向相互约束确保小圆管 1 和大圆管 2 不失稳的前提下，改变小圆管 1 和大圆管 2 的接触面积或圆管的材料就可以改变峰值载荷和平均载荷。此外，强度较低的圆管被完全切割后，强度较高的圆管还可以发生轴向屈曲变形，进一步吸收

能量。

[0053] 三层以上圆管组合缓冲装置在上述的双层圆管组合缓冲装置的基础上,或者在小圆管 1 内嵌外径更小的圆管,逐次内嵌更多圆管;或者在大圆管 2 嵌套外径更大的圆管,逐次嵌套更多圆管。结构轴向受压时,或者从外径最大至外径最小的圆管,或者从外径最小至外径最大的圆管,逐次发生剪切变形,实现缓冲吸能的目的,结构最终变形状态为层层相嵌的同轴圆管组合。

[0054] 实施例 1:结合图 1 说明本实施方式,本实施方式的缓冲器包括小圆管 1 和大圆管 2;小圆管 1 设有第一凸台 4,大圆管 2 设有第二凸台,第一凸台 4 和第二凸台 5 紧密配合,实现小圆管 1 和大圆管 2 的约束和定位,确保圆管组合缓冲装置在变形吸能过程中不失稳;小圆管 1 和大圆管 2 的破坏强度不同,需确保强度较高圆管在强度较低圆管发生剪切挤压变形过程中不发生塑性变形,圆管组合缓冲装置中发生剪切变形的圆管为塑性材料。

[0055] 实施例 2:结合图 1 和图 2 说明本实施方式,本实施方式的缓冲器包括小圆管 1 和大圆管 2;小圆管 1 设有第一凸台 4,第一凸台 4 和大圆管 2 紧密配合,实现小圆管 1 和大圆管 2 的约束和定位,确保圆管组合缓冲装置在变形吸能过程中不失稳。

[0056] 实施例 3:结合图 1 和图 3 说明本实施方式,本实施方式的缓冲器包括小圆管 1 和大圆管 2;大圆管 2 设有第二凸台 5,第二凸台 5 和小圆管 1 紧密配合,实现小圆管 1 和大圆管 2 的约束和定位,确保圆管组合缓冲装置在变形吸能过程中不失稳。

[0057] 实施例 4:结合图 2 和图 4 说明本实施方式,本实施方式与实施例二的不同之处是:本实施方式中的小圆管 1 和大圆管 2 强度相近,还设置有高强度切割环 6;切割环 6 强度大于小圆管 1 和大圆管 2,切割环 6 与小圆管 1 的接触面积小于切割环 6 与大圆管 2 的接触面积,切割环 6 固装在小圆管 1 和大圆管 2 之间,小圆管 1 设有第一凸台 4,第一凸台 4 与切割环 6 和大圆管 2 紧密配合,实现小圆管 1 与切割环 6 和大圆管 2 的约束和定位,确保圆管组合缓冲装置在变形吸能过程中不失稳。

[0058] 实施例 5:结合图 2 和图 5 说明本实施方式,本实施方式与实施例二的不同之处是:本实施方式中除了强度相近的小圆管 1 和大圆管 2,还包括高强度切割环 7;切割环 7 强度大于小圆管 1 和大圆管 2,切割环 7 固装在小圆管 1 和大圆管 2 之间,小圆管 1 设有第一凸台 4,切割环 7 在与第一凸台 4 接触的位置设有尖端(锥形环面),便于实现切割环 7 对小圆管 1 进行剪切吸收冲击能量;第一凸台 4 与切割环 7 和大圆管 2 紧密配合,实现小圆管 1 与切割环 7 和大圆管 2 的约束和定位,确保圆管组合缓冲装置在变形吸能过程中不失稳。

[0059] 实施例 6:结合图 2 和图 6 说明本实施方式,本实施方式与实施例三的不同之处是:本实施方式中的小圆管 1 和大圆管 2 强度相近,还设置有高强度切割环 6;切割环 6 强度大于小圆管 1 和大圆管 2,切割环 6 与小圆管 1 的接触面积大于切割环 6 与大圆管 2 的接触面积,切割环 6 固装在小圆管 1 和大圆管 2 之间,大圆管 2 设有第二凸台,第二凸台 5 与切割环 6 和小圆管 1 紧密配合,实现大圆管 2 与切割环 6 和小圆管 1 的约束和定位,确保圆管组合缓冲装置在变形吸能过程中不失稳。

[0060] 实施例 7:结合图 2 和图 7 说明本实施方式,本实施方式与实施例三的不同之处是:本实施方式中除了强度相近的小圆管 1 和大圆管 2,还包括高强度切割环 8;切割环 8 强度大于小圆管 1 和大圆管 2,切割环 8 固装在小圆管 1 和大圆管 2 之间,大圆管 2 设有第二

凸台,切割环 8 在与第二凸台接触的位置设有一定尖端,便于实现切割环 8 对大圆管 2 进行剪切吸收冲击能量;第二凸台 5 与切割环 8 和小圆管 1 紧密配合,实现大圆管 2 与切割环 8 和小圆管 1 的约束和定位,确保圆管组合缓冲装置在变形吸能过程中不失稳。

[0061] 实施例 8:结合图 2 和图 8 说明本实施方式,本实施方式的缓冲器包括小圆管 1、大圆管 2 和圆管 3;小圆管 1 和大圆管 2 设有第一凸台 4,小圆管 1 和大圆管 2 的第一凸台 4 分别与大圆管 2 和圆管 3 紧密配合,实现各圆管的约束和定位,确保圆管组合缓冲装置在变形吸能过程中不失稳。

[0062] 实施例 9:结合图 3 和图 9 说明本实施方式,本实施方式的缓冲器包括小圆管 1、大圆管 2 和圆管 3;大圆管 2 和圆管 3 设有第二凸台 5,大圆管 2 和圆管 3 的第二凸台 6 分别与小圆管 1 和大圆管 2 紧密配合,实现各圆管的约束和定位,确保圆管组合缓冲装置在变形吸能过程中不失稳。



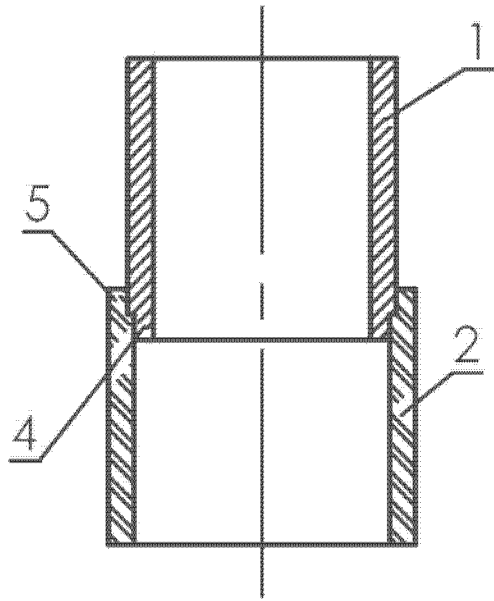


图 1

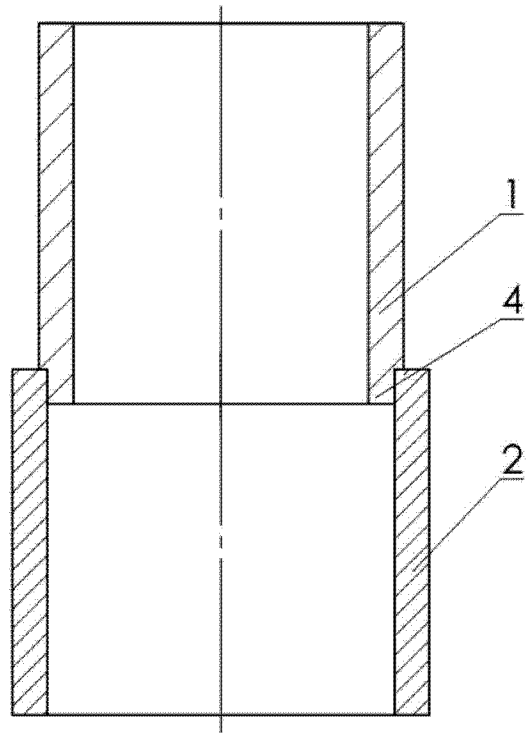


图 2

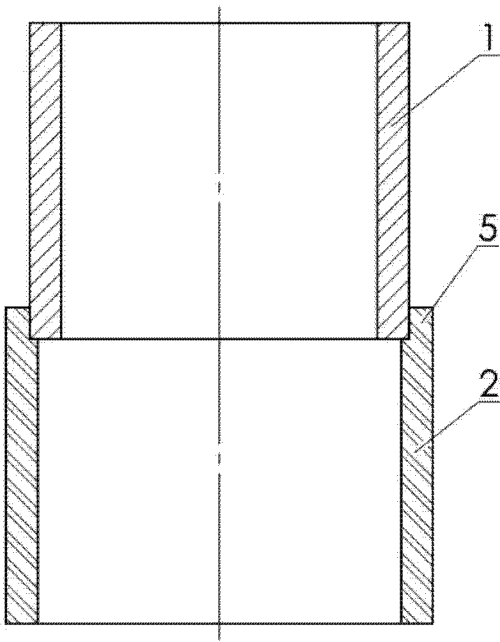


图 3

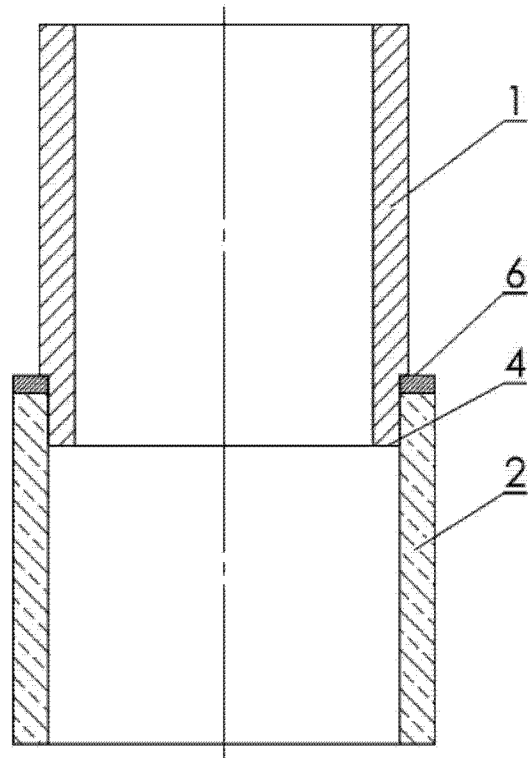


图 4

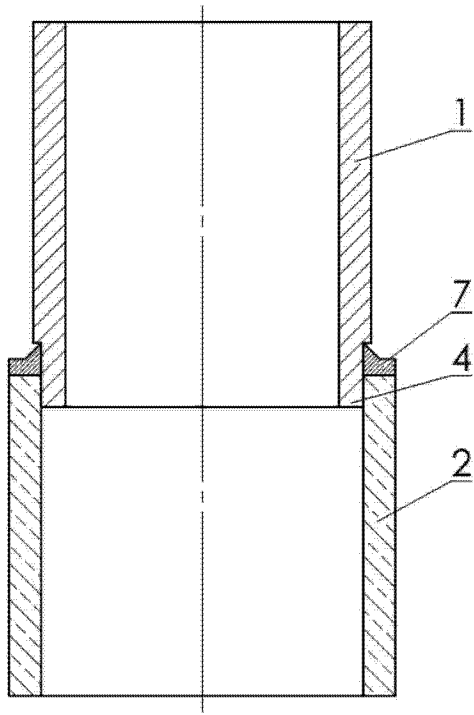


图 5

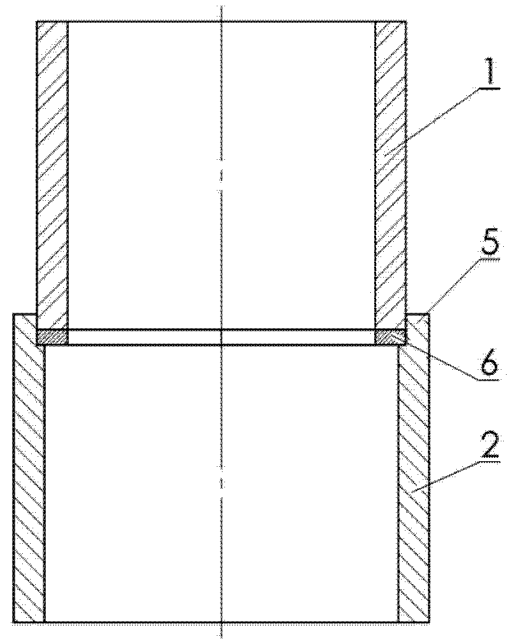


图 6

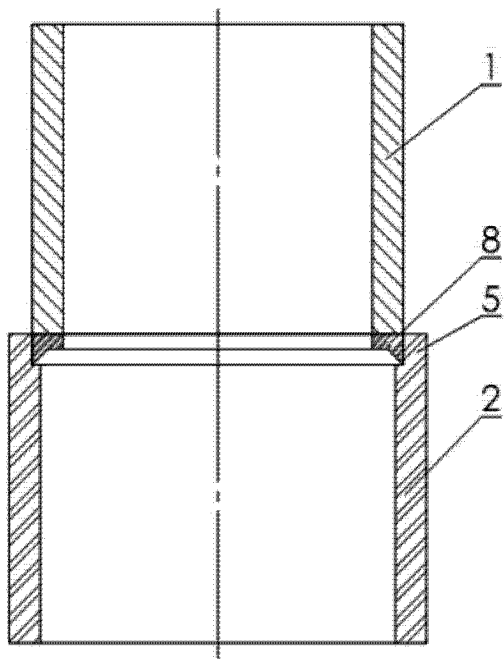


图 7

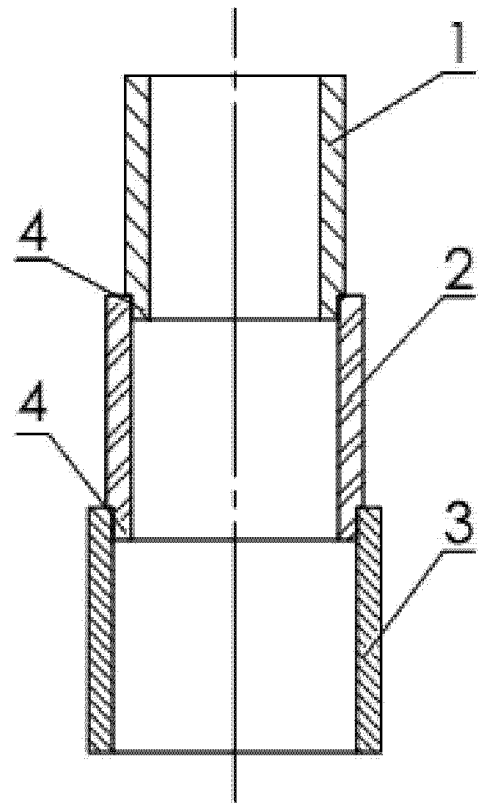


图 8

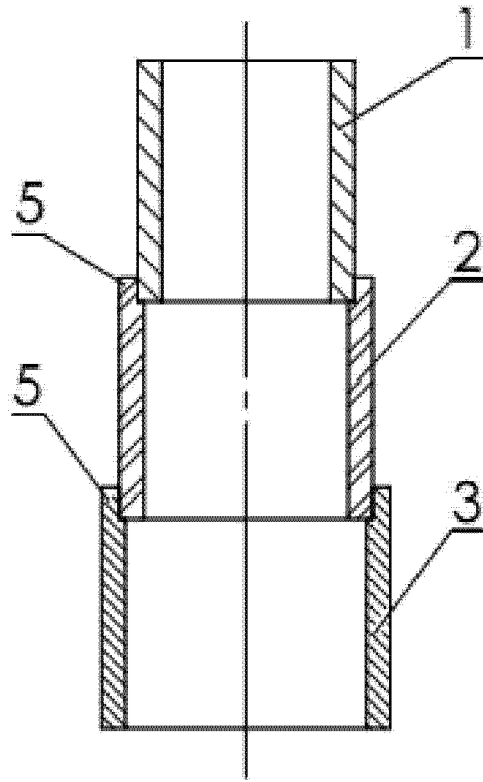


图 9

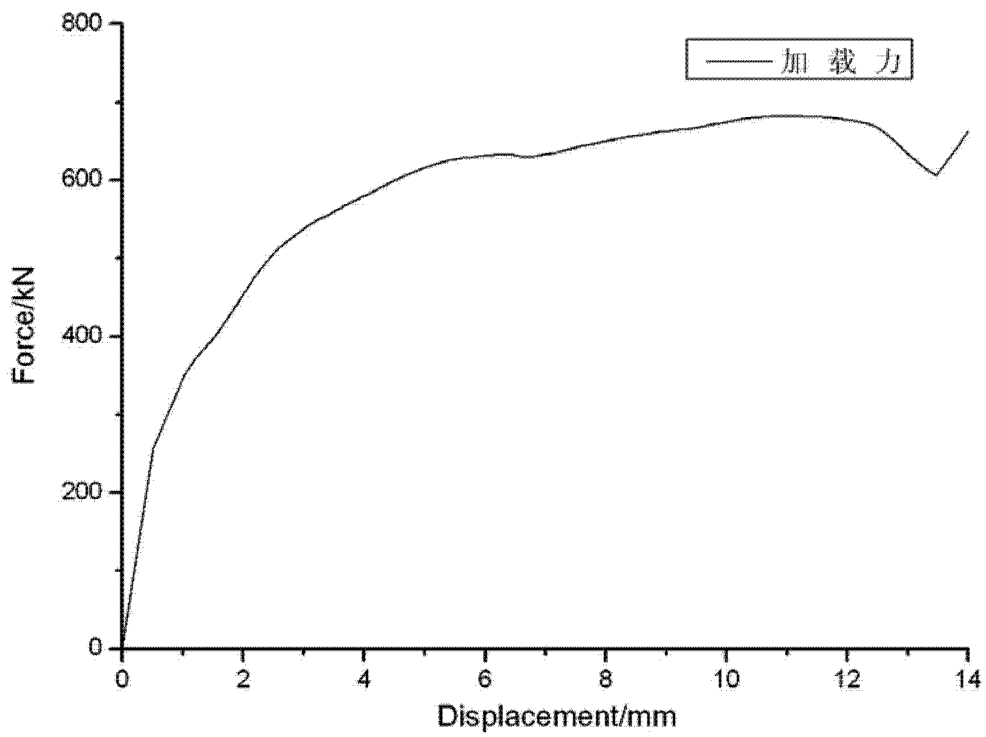


图 10