



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109410706 B

(45) 授权公告日 2020.11.03

(21) 申请号 201811594922.4

审查员 胡楷

(22) 申请日 2018.12.25

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109410706 A

(43) 申请公布日 2019.03.01

(73) 专利权人 德州学院

地址 253023 山东省德州市德城区大学西路566号德州学院学府家园14号楼

(72) 发明人 尹秀玲 高秀莲

(74) 专利代理机构 北京盛凡智荣知识产权代理有限公司 11616

代理人 梁永昌

(51) Int.Cl.

G09B 23/02 (2006.01)

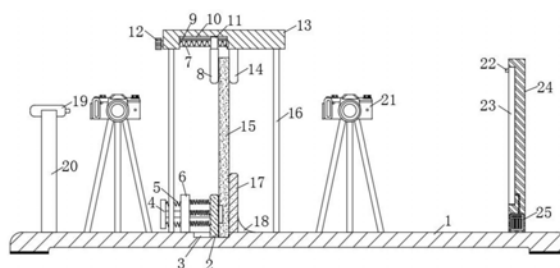
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种二阶微分方程推导模型

(57) 摘要

本发明公开了一种二阶微分方程推导模型，一种二阶微分方程推导模型，包括底座，所述底座的上表面从左到右依次安装有钢珠发射装置、第一测试装置、木板固定装置、第二测速装置和吸附装置；所述钢珠发射装置包括支撑架和钢珠发射器，所述支撑架固定安装在底座的上表面。优点在于：本发明从一个具体的物理力学模型，推导出二阶微分方程，进一步对微分方程求解，求解时由浅入深，即先将相关系数取定值，使微分方程化的比较简单，从而引导学生进行求解，最后再向学生展示未化简情况下公式的求解，这样，由简单到复杂的推导过程，使得大学生不仅掌握了微积分的计算方法，也知道其具体的求解环境，记忆深刻，并学以致用。



1. 一种二阶微分方程推导模型, 包括底座(1), 其特征在于: 所述底座(1)的上表面从左到右依次安装有钢珠发射装置、第一测试装置、木板固定装置、第二测速装置和吸附装置;

所述木板固定装置包括下固定挡板(17), 且下固定挡板(17)焊接在底座(1)上, 所述下固定挡板(17)与底座(1)之间共同安装有加强块(18), 所述底座(1)的下表面开设有移动槽(3), 且移动槽(3)的一端侧壁与下固定挡板(17)的一侧侧壁位于同一平面内, 所述底座(1)的上表面焊接有安装板(6), 所述安装板(6)的侧壁上对称安装有多个锁紧弹簧(26), 多个所述锁紧弹簧(26)的一端共同焊接有下移动挡板(2), 且下移动挡板(2)位于移动槽(3)内;

所述木板固定装置包括对称设置的四根安装杆(16), 且四根安装杆(16)对称设置在底座(1)上, 四根所述安装杆(16)的上端共同焊接有安装座(13), 所述安装座(13)的下端面焊接有上固定挡板(14), 所述安装座(13)的下表面开设有安装槽(10), 所述安装槽(10)内水平设置有螺纹杆(7)和限位杆(9), 且螺纹杆(7)的一端贯穿安装座(13)并焊接有旋钮(12), 所述螺纹杆(7)上螺纹连接有滑块(11), 且滑块(11)套设在限位杆(9)上, 所述滑块(11)的下端延伸出安装槽(10)并焊接有上移动挡板(8), 且上移动挡板(8)的上端面与安装座(13)的下端面接触, 所述上固定挡板(14)、上移动挡板(8)、下固定挡板(17)和下移动挡板(2)之间共同夹设有木板(15);

所述安装板(6)远离锁紧弹簧(26)的另一侧壁上对称安装有多个紧固弹簧(5), 多个所述紧固弹簧(5)上共同焊接有拉动板(4), 所述拉动板(4)上安装有连接杆(28), 且连接杆(28)依次贯穿安装板(6)和下移动挡板(2)并安装有紧固块(27), 所述木板(15)的侧壁上开设有紧固槽, 且紧固块(27)位于紧固槽内。

2. 根据权利要求1所述的一种二阶微分方程推导模型, 其特征在于: 所述钢珠发射装置包括支撑架(20)和钢珠发射器(19), 所述支撑架(20)固定安装在底座(1)的上表面, 所述钢珠发射器(19)安装在支撑架(20)上。

3. 根据权利要求1所述的一种二阶微分方程推导模型, 其特征在于: 所述第一测速装置和第二测速装置均为线阵相机(21), 所述线阵相机(21)的下端设有三角架, 且三角架位于底座(1)的上表面。

4. 根据权利要求1所述的一种二阶微分方程推导模型, 其特征在于: 所述吸附装置包括固定座(24), 所述固定座(24)的侧壁上开设有凹槽, 所述凹槽内放置有吸附板(23), 所述吸附板(23)上安装有振动传感器(22), 所述吸附板(23)的内部设有电磁铁, 所述固定座(24)内开设有电池腔, 所述电池腔内部设有蓄电池(25), 且蓄电池(25)与电磁铁电性连接, 所述吸附板(23)采用高碳钢制成。

5. 根据权利要求4所述的一种二阶微分方程推导模型, 其特征在于: 所述底座(1)内设有单片机, 所述单片机与蓄电池(25)之间电性连接, 所述振动传感器(22)的输出端与单片机的输入端电连接, 所述单片机与第一测试装置之间电连接, 所述单片机与第二测试装置之间电连接。

6. 根据权利要求1所述的一种二阶微分方程推导模型, 其特征在于: 所述移动槽(3)的槽口处设有刻度, 且刻度的起始位置与下固定挡板(17)面对移动槽(3)的侧面平齐。

一种二阶微分方程推导模型

技术领域

[0001] 本发明涉及高等数学教学辅助工具技术领域,尤其涉及一种二阶微分方程推导模型。

背景技术

[0002] 为此,我们提出一种二阶微分方程推导模型来解决上述问题。

发明内容

[0003] 本发明的目的是为了解决现有技术中采用人工切片切片效率低,且切片不均匀的问题,而提出的一种二阶微分方程推导模型。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采用了如下技术方案:一种二阶微分方程推导模型,包括底座,所述底座的上表面从左到右依次安装有钢珠发射装置、第一测试装置、木板固定装置、第二测速装置和吸附装置。

[0005] 在上述的二阶微分方程推导模型中,所述钢珠发射装置包括支撑架和钢珠发射器,所述支撑架固定安装在底座的上表面,所述钢珠发射器安装在支撑架上。

[0006] 在上述的二阶微分方程推导模型中,所述木板固定装置包括下固定挡板,且下固定挡板焊接在底座上,所述下固定挡板与底座之间共同安装有加强块,所述底座的下表面开设有移动槽,且移动槽的一端侧壁与下固定挡板的一侧侧壁位于同一平面内,所述底座的上表面焊接有安装板,所述安装板的侧壁上对称安装有多个锁紧弹簧,多个所述锁紧弹簧的一端共同焊接有下移动挡板,且下移动挡板位于移动槽内。

[0007] 在上述的二阶微分方程推导模型中,所述木板固定装置包括对称设置的四根安装杆,且四根安装杆对称设置在底座上,四根所述安装杆的上端共同焊接有安装座,所述安装座的下端面焊接有上固定挡板,所述安装座的下表面开设有安装槽,所述安装槽内水平设置有螺纹杆和限位杆,且螺纹杆的一端贯穿安装座并焊接有旋钮,所述螺纹杆上螺纹连接有滑块,且滑块套设在限位杆上,所述滑块的下端延伸出安装槽并焊接有上移动挡板,且上移动挡板的上端面与安装座的下端面接触,所述上固定挡板、上移动挡板、下固定挡板和下移动挡板之间共同夹设有木板。

[0008] 在上述的二阶微分方程推导模型中,所述第一测速装置和第二测速装置均为线阵相机,所述线阵相机的下端设有三脚架,且三角架位于底座的上表面。

[0009] 在上述的二阶微分方程推导模型中,所述吸附装置包括固定座,所述固定座的侧壁上开设有凹槽,所述凹槽内放置有吸附板,所述吸附板上安装有振动传感器,所述吸附板的内部设有电磁铁,所述固定座内开设有电池腔,所述电池腔内部设有蓄电池,且蓄电池与电磁铁电性连接,所述吸附板采用高碳钢制成。

[0010] 在上述的二阶微分方程推导模型中,所述安装板远离锁紧弹簧的另一侧壁上对称安装有多个紧固弹簧,多个所述紧固弹簧上共同焊接有拉动板,所述拉动板上安装有连接杆,且连接杆依次贯穿安装板和下移动挡板并安装有紧固块,所述木板的侧壁上开设有紧

固槽,且紧固块位于紧固槽内。

[0011] 在上述的二阶微分方程推导模型中,所述底座内设有单片机,所述单片机与蓄电池之间电性连接,所述振动传感器的输出端与单片机的输入端电连接,所述单片机与第一测试装置之间电连接,所述单片机与第二测试装置之间电连接。

[0012] 在上述的二阶微分方程推导模型中,所述移动槽的槽口处设有刻度,且刻度的起始位置与下固定挡板面对移动槽的侧面平齐。

[0013] 与现有的技术相比,本发明的有益效果为:

[0014] 1、下固定挡板和下移动挡板将木板的下端夹紧,紧固弹簧和锁紧弹簧的设置能够保证下移动挡板在移动槽内移动,进而能够保证下移动挡板与下固定挡板之间能够夹持不同厚度的木板,拉动板、连接杆、紧固弹簧带动紧固块卡设在紧固槽内,进一步固定木板,避免在钢珠通过木板的下端晃动。

[0015] 2、安装座、螺纹杆、限位杆和安装槽的设置带动上移动板在水平方向上移动,进而将木板的上端夹紧,在钢珠通过木板时保证木板的稳定性。

[0016] 3、单片机、蓄电池、震动传感器和吸附板的设置保证在钢珠撞击到吸附板上时,震动传感器将信号传递至单片机,单片机打开蓄电池,通过蓄电池向吸附板内的电磁铁供电,保证电磁铁产生磁性,进而使得吸附板带有磁性,保证钢珠在撞击到吸附板后能够被吸附在吸附板上,避免钢珠崩溅造成人员损伤。

[0017] 综上所述,本发明从一个具体的物理力学模型,推导出二阶微分方程,进一步对微分方程求解,求解时由浅入深,即先将相关系数取定值,使微分方程化的比较简单,从而引导学生进行求解,最后再向学生展示未化简情况下公式的求解,这样,由简单到复杂的推导过程,使得大学生不仅掌握了微积分的计算方法,也知道其具体的求解环境,记忆深刻,并学以致用。

附图说明

[0018] 图1为本发明提出的一种二阶微分方程推导模型的结构示意图;

[0019] 图2为本发明提出的一种二阶微分方程推导模型的俯视图;

[0020] 图3为本发明提出的一种二阶微分方程推导模型中移动槽部分结构放大图;

[0021] 图4为本发明提出的一种二阶微分方程推导模型中拉动板部分结构放大图。

[0022] 图中:1底座、2下移动挡板、3移动槽、4拉动板、5紧固弹簧、6安装板、7螺纹杆、8上移动挡板、9限位杆、10安装槽、11滑块、12旋钮、13安装座、14上固定挡板、15木板、16安装杆、17下固定挡板、18加强块、19钢珠发射器、20支撑架、21线阵相机、22振动传感器、23吸附板、24固定座、25蓄电池、26锁紧弹簧、27紧固块、28连接杆。

具体实施方式

[0023] 以下实施例仅处于说明性目的,而不是想要限制本发明的范围。

[0024] 实施例

[0025] 参照图1-4,一种二阶微分方程推导模型,包括底座1,底座1的上表面从左到右依次安装有钢珠发射装置、第一测试装置、木板固定装置、第二测速装置和吸附装置。

[0026] 钢珠发射装置包括支撑架20和钢珠发射器19,支撑架20固定安装在底座1的上表

面,钢珠发射器19安装在支撑架20上,木板固定装置包括下固定挡板17,且下固定挡板17焊接在底座1上,下固定挡板17与底座1之间共同安装有加强块18,底座1的下表面开设有移动槽3,且移动槽3的一端侧壁与下固定挡板17的一侧侧壁位于同一平面内,移动槽3的槽口处设有刻度,且刻度的起始位置与下固定挡板17面对移动槽3的侧面平齐,底座1的上表面焊接有安装板6,安装板6的侧壁上对称安装有多个锁紧弹簧26,多个锁紧弹簧26的一端共同焊接有下移动挡板2,且下移动挡板2位于移动槽3内。

[0027] 木板固定装置包括对称设置的四根安装杆16,且四根安装杆16对称设置在底座1上,四根安装杆16的上端共同焊接有安装座13,安装座13的下端面焊接有上固定挡板14,安装座13的下表面开设有安装槽10,安装槽10内水平设置有螺纹杆7和限位杆9,且螺纹杆7的一端贯穿安装座13并焊接有旋钮12,螺纹杆7上螺纹连接有滑块11,且滑块11套设在限位杆9上,滑块11的下端延伸出安装槽10并焊接有上移动挡板8,且上移动挡板8的上端面与安装座13的下端面接触,上固定挡板14、上移动挡板8、下固定挡板17和下移动挡板2之间共同夹设有木板15。

[0028] 安装板6远离锁紧弹簧26的另一侧壁上对称安装有多个紧固弹簧5,多个紧固弹簧5上共同焊接有拉动板4,拉动板4上安装有连接杆28,且连接杆28依次贯穿安装板6和下移动挡板2并安装有紧固块27,木板15的侧壁上开设有紧固槽,且紧固块27位于紧固槽内。

[0029] 第一测速装置和第二测速装置均为线阵相机21,线阵相机21的下端设有三脚架,且三角架位于底座1的上表面。

[0030] 吸附装置包括固定座24,固定座24的侧壁上开设有凹槽,凹槽内放置有吸附板23,吸附板23上安装有振动传感器22,吸附板23的内部设有电磁铁,固定座24内开设有电池腔,电池腔内部设有蓄电池25,且蓄电池25与电磁铁电性连接,吸附板23采用高碳钢制成。

[0031] 底座1内设有单片机,单片机与蓄电池25之间电性连接,振动传感器22的输出端与单片机的输入端电连接,单片机与第一测试装置之间电连接,单片机与第二测试装置之间电连接。

[0032] 本发明的工作原理为:向远离安装板5的方向上拽动拉动板4,紧固弹簧5伸长,连接杆28和紧固块27随之运动,同时紧固块27的侧壁挤压下移动挡板2的侧壁,带动下移动挡板2在移动槽3内滑动,锁紧弹簧26压缩,随后将木板15放置在移动槽3内,并将木板的侧壁与下固定挡板17和上固定挡板14的侧壁相抵,松动拉动板4,紧固弹簧5和锁紧弹簧26同时恢复原长,带动拉动板4、下移动挡板2和紧固块27向木板15的方向上运动,直至紧固块27抵设在紧固槽内,随后旋动旋钮12,旋钮12带动与之连接的螺纹杆7转动,则与螺纹杆7螺纹连接的滑块11在安装槽10内滑动,直至上移动挡板8的侧壁与木板15的侧壁相抵,此时将木板15固定在底座1上,同时能够通过刻度来观测到木板15的厚度 x ;

[0033] 钢珠发射器19发射钢珠,钢珠经过第一测速装置时,线阵相机21拍下钢珠的运动轨迹,并将其拍摄的运动轨迹通过单片机传递至外接的计算机中,钢珠穿过木板15后继续运动,此时第二测速装置再次拍下钢珠的运动轨迹,并将其拍摄的运动轨迹通过单片机传递至外接的计算机中,在钢珠撞到吸附板23上时,振动传感器22感到钢珠撞击吸附板23向单片机发生信号,当单片机控制蓄电池25对吸附板23内的电磁铁供电,电磁铁通电产生磁性,则吸附板23也会产生磁性,故而将钢珠吸附在吸附板23上,避免钢珠崩溅伤害操作人员。

[0034] 假设钢珠的初始速度为 v_0 , 穿透木板后的速度为 v_1 , 计算机根据钢珠通过第一测速装置的距离 l_1 、钢珠通过第一测速装置的时间 t_1 , 依靠公式 $v_0 = \frac{l_1}{t_1}$, 计算钢珠从钢珠发射器19与木板15之间的速度 v_0 , 计算机依据钢珠通过第二测速装置的距离 l_2 、钢珠通过第一测速装置的时间 t_2 , 根据公式 $v_1 = \frac{l_2}{t_2}$, 计算在木板15到吸附板23之间的速度 v_1 ;

[0035] 同时设定木板对钢珠运动的阻力与运动速度的平方成正比, 构建板的厚度与钢珠穿过板的时间之间的关系公式:

[0036] 根据定理规律法, 钢珠在木板15中只受到一个力, 即木板15的阻力 $F = -kv^2$, $k > 0$ 为比例系数。

[0037] 假设在时刻 t 钢珠穿入板的厚度为 $x(t)$, 由牛顿第二定律知 $x(t)$ 应满足的微分方程是

$$[0038] \quad m \frac{d^2 x}{dt^2} = F = -kv^2 = -k \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 (k > 0)$$

$$[0039] \quad \text{即 } m \frac{d^2 x}{dt^2} = -k \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 (k > 0)$$

[0040] 对以上二阶微分方程相关系数进行赋值, 向学生展示微分方程求解方法

[0041] 可以看出此模型二阶齐次微分方程, 首先对相应 $m \frac{d^2 x}{dt^2} = -k \left(\frac{dx}{dt} \right)^2$ 的相关系数进行赋值, 令 $v_0 = 2 \times 10^4 \text{ cm/s}$, 令 $v_1 = 8 \times 10^3 \text{ cm/s}$ 。

[0042] 其初始条件为:

$$[0043] \quad x|_{t=0} = 0, \frac{dx}{dt}|_{t=10} = v_1 = 8 \times 10^3 \text{ cm/s}$$

$$[0044] \quad \text{令 } p = \frac{dx}{dt}$$

$$[0045] \quad \text{则 } \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{dp}{dt}.$$

[0046] 于是有

$$[0047] \quad m \frac{dp}{dt} = -kp^2,$$

$$[0048] \quad p = \frac{1}{\frac{k}{m}t + C_1}.$$

$$[0049] \quad \text{由初始条件 } p = \frac{dx}{dt} \Big|_{t=0} = v_0, \text{ 定出 } C_1 = \frac{1}{v_0}, \text{ 故}$$

$$[0050] \quad p = \frac{dx}{dt} = \frac{1}{\frac{k}{m}t + \frac{1}{v_0}} \quad (1)$$

[0051] 积分得

$$[0052] \quad x = \frac{m}{k} \ln \left(\frac{k}{m}t + \frac{1}{v_0} \right) + C_2,$$

[0053] 由 $x(0) = 0$ 定出 $C_2 = \frac{m}{k} \ln v_0$, 故

$$[0054] \quad x = \frac{m}{k} \ln \left(\frac{k}{m}v_0t + 1 \right), \quad (2)$$

[0055] 注意到式 (1), 当 $x=10$ 时有 $v_1 = \frac{1}{\frac{k}{m}t + \frac{1}{v_0}},$

$$[0056] \quad \text{即 } \frac{k}{m}t = \frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_0},$$

[0057] 代入式 (2) 得

$$[0058] \quad 10 = \frac{m}{k} \ln \left(\frac{v_0}{v_1} - 1 + 1 \right) = \frac{m}{k} \ln \frac{v_0}{v_1},$$

$$[0059] \quad \frac{m}{k} = \frac{10}{\ln v_0 - \ln v_1}$$

[0060] 从而得到, 钢珠在板内经过的时间为

$$[0061] \quad t = \frac{m}{k} \left(\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_0} \right) = \frac{3}{4 \times 10^3 \times \ln \frac{5}{2}} s$$

[0062] 本发明从一个具体的物理力学模型, 推导出二阶微分方程, 进一步对微分方程求解, 求解时由浅入深, 即先将相关系数取定值, 使微分方程化的比较简单, 从而引导学生进行求解, 最后再向学生展示未化简情况下公式的求解, 这样, 由简单到复杂的推导过程, 使得大学生不仅掌握了微积分的计算方法, 也知道其具体的求解环境, 记忆深刻, 并学以致用。

[0063] 尽管本文较多地使用了底座1、下移动挡板2、移动槽3、拉动板4、紧固弹簧5、安装板6、螺纹杆7、上移动挡板8、限位杆9、安装槽10、滑块11、旋钮12、安装座13、上固定挡板14、木板15、安装杆16、下固定挡板17、加强块18、钢珠发射器19、支撑架20、线阵相机21、振动传感器22、吸附板23、固定座24、蓄电池25、锁紧弹簧26、紧固块27、连接杆28等术语, 但并不排除使用其它术语的可能性。使用这些术语仅仅是为了方便地描述和解释本发明的本质; 把它们解释成任何一种附加的限制都是与本发明精神相违背的。

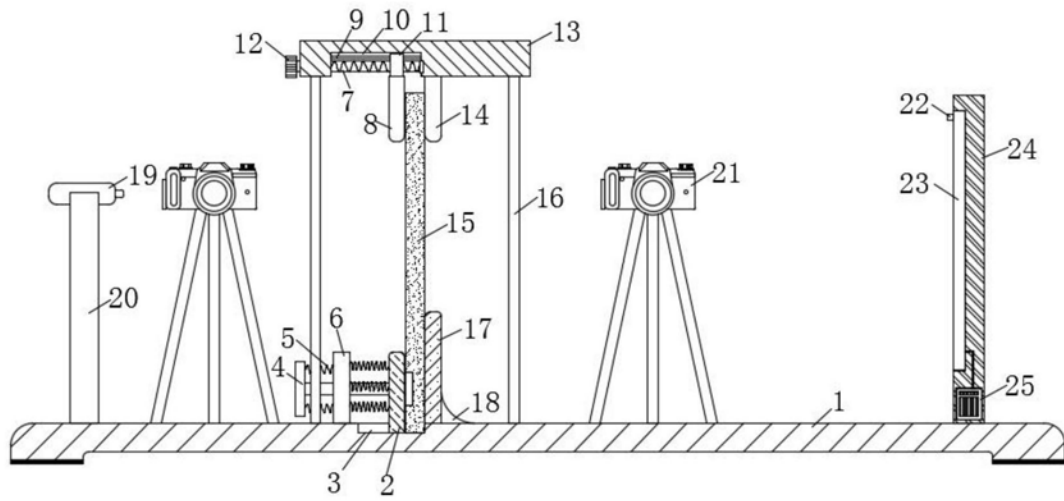


图1

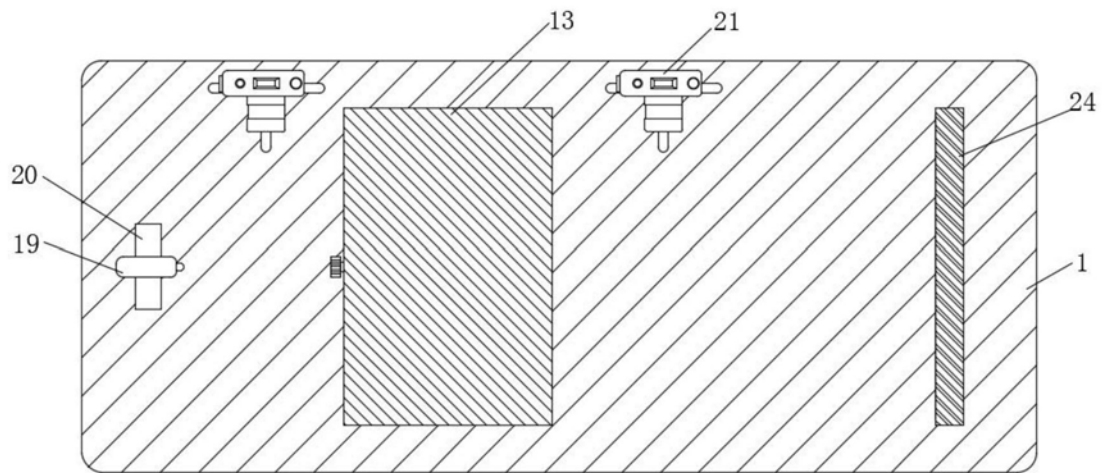


图2

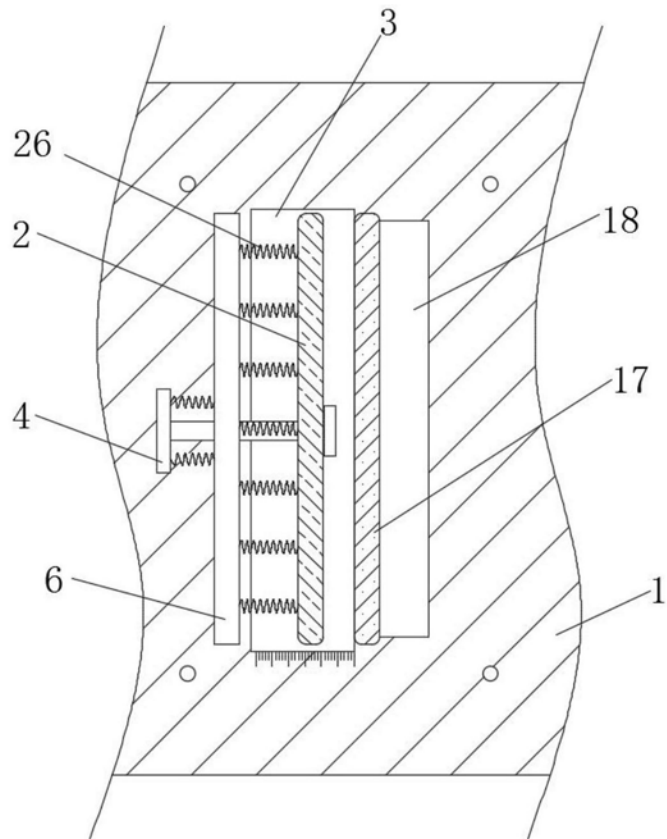


图3

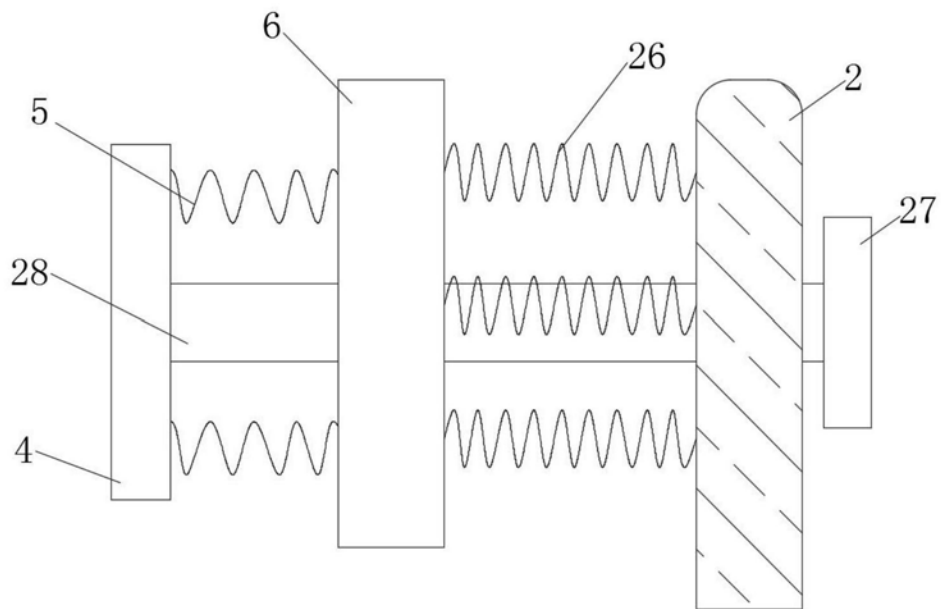


图4