



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106950123 A

(43)申请公布日 2017.07.14

(21)申请号 201710116148.5

(22)申请日 2017.02.28

(71)申请人 西北工业大学

地址 710049 陕西省西安市友谊西路127号
西北工业大学

(72)发明人 王峰会 郝文乾 谢佳苗 郭奕蓉
赵翔

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务
所 61215

代理人 何会侠

(51)Int.Cl.

G01N 3/30(2006.01)

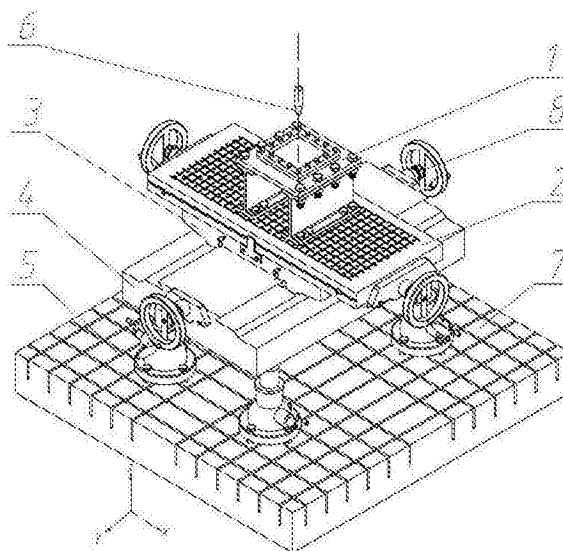
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

一种三维可调节式落锤实验工作台系统

(57)摘要

本发明公开了一种三维可调节式落锤实验工作台系统,该落锤实验工作台系统实现了实验试件任意点在三维坐标空间内的冲击实验,该系统包括实验夹具和试件,横向工作台,滑鞍,纵向工作台,竖向升降立柱,落锤冲头,砧台,进给刻度圈;这些部件是通过燕尾槽装配而成以及通过螺栓相连接,组装容易操作,具有可拆卸性、便携性;本发明通过丝杠实现工作台横向和纵向移动,通过竖向升降手轮实现竖向升降轴的竖向移动,移动距离可以通过进给刻度圈实现精准调节,通过测量相应的参数代入计算公式可得到不同倾角的精确表达式,可以实现实验试件在任意位置和任意角度的冲击;一套设备多用途有效的解决了在落锤实验中针对不同试件设计不同工作台的问题。



1. 一种三维可调节式落锤实验工作台系统,其特征在于:所述落锤实验工作台系统能够实现实验试件的任意点在三维坐标空间内的冲击实验,该系统包括实验夹具和试件(1)、横向即X向工作台(2)、滑鞍(3)、纵向即Y向工作台(4)、竖向即Z向升降立柱(5)、落锤冲头(6)、砧台(7)和进给刻度圈(8);实验夹具和试件(1)通过螺栓固定在横向即X向工作台(2)上,横向即X向工作台(2)通过燕尾卡槽滑动固定在滑鞍(3)上,纵向即Y向工作台(4)通过燕尾卡槽滑动固定在滑鞍(3)下,纵向即Y向工作台(4)底部与竖向即Z向升降立柱(5)固定,竖向即Z向升降立柱(5)通过螺栓固定在砧台(7)上;落锤实验工作台系统完全固定在地面上,安装在落锤实验工作台系统上的落锤冲头(6)不能沿着X向和Y向移动,只能沿着轨道Z向竖直向下运动,因此,只能通过调节落锤实验工作台系统的位置和高度来实现试件在不同位置、不同角度的冲击。

2. 根据权利要求1所述的一种三维可调节式落锤实验工作台系统,其特征在于:所述实验夹具和试件(1)包括上夹具(1-1)、实验试件(1-2)、下夹具(1-3)、工字支撑梁(1-4)、上夹具固定螺栓(1-5)、下夹具固定螺栓(1-6)和工字支撑梁固定螺栓(1-7);所述上夹具(1-1)和实验试件(1-2)通过上夹具固定螺栓(1-5)与下夹具(1-3)固定,下夹具(1-3)通过下夹具固定螺栓(1-6)与工字支撑梁(1-4)固定,工字支撑梁(1-4)通过工字支撑梁固定螺栓(1-7)与横向即X向工作台(2)固定。

3. 根据权利要求1所述的一种三维可调节式落锤实验工作台系统,其特征在于:所述实验夹具和试件(1)根据实验方案设计成不同的几何构型,包括横梁、曲梁、平板、曲板、球壳和柱壳,具有多用途的功能。

4. 根据权利要求1所述的一种三维可调节式落锤实验工作台系统,其特征在于:所述横向即X向工作台(2)包括夹具正交固定槽(2-1)、横向丝杠座(2-2)、横向进给刻度圈(2-3)、横向丝杠牙嵌套(2-4)、横向进给手轮(2-5)、横向丝杠(2-6)、销钉(2-7)和横向限位块(2-8);所述夹具正交固定槽(2-1)分布在横向即X向工作台(2)的上表面,工字支撑梁(1-4)通过工字支撑梁固定螺栓(1-7)与横向即X向工作台(2)的夹具正交固定槽(2-1)固定,实验夹具和试件(1)能够固定在横向即X向工作台(2)的任何位置,所述横向丝杠(2-6)与横向丝杠座(2-2)、横向进给刻度圈(2-3)、横向丝杠牙嵌套(2-4)和横向进给手轮(2-5)同轴装配,横向丝杠座(2-2)分别位于夹具正交固定槽(2-1)的两端,并通过销钉(2-7)与夹具正交固定槽(2-1)固定,通过旋转横向进给手轮(2-5)带动横向丝杠(2-6)转动实现横向即X向工作台(2)的横向移动,移动的距离通过横向进给刻度圈(2-3)实现精准调节,横向进给手轮(2-5)每旋转一周,横向即X向工作台(2)移动预设距离,横向即X向工作台(2)的侧面分布有四个横向限位块(2-8),防止横向即X向工作台(2)滑落,起到安全保护的作用。

5. 根据权利要求1所述的一种三维可调节式落锤实验工作台系统,其特征在于:所述滑鞍(3)包括燕尾槽鞍架(3-1)、横向丝杠轴承(3-2)、螺栓(3-3)、横向限位板(3-4)、螺钉(3-5)、工作台横向锁紧螺钉(3-6)和工作台纵向锁紧螺钉(3-7);在燕尾槽鞍架(3-1)上下表面都加工有燕尾槽,上表面的燕尾槽与横向即X向工作台(2)相配合,下表面的燕尾槽与纵向即Y向工作台(4)相配合,横向丝杠(2-6)与横向丝杠轴承(3-2)相配合,横向限位板(3-4)通过螺钉(3-5)与燕尾槽鞍架(3-1)固定,横向限位板(3-4)与横向限位块(2-8)相接触就是横向即X向工作台(2)横向移动的极限距离,当横向进给完成后,通过工作台横向锁紧螺钉(3-6)使横向即X向工作台(2)无法横向移动,当纵向进给完成后,通过工作台纵向锁紧螺钉(3-

7) 使纵向即Y向工作台 (4) 无法纵向移动。

6. 根据权利要求1所述的一种三维可调节式落锤实验工作台系统, 其特征在于: 所述纵向即Y向工作台 (4) 包括纵向燕尾槽支撑体 (4-1)、纵向丝杠座 (4-2)、销钉 (4-3)、纵向进给刻度圈 (4-4)、纵向丝杠牙嵌套 (4-5)、纵向进给手轮 (4-6) 和纵向丝杠 (4-7); 所述纵向燕尾槽支撑体 (4-1) 与燕尾槽鞍架 (3-1) 下表面相配合, 横向丝杠轴承 (3-2) 通过螺栓 (3-3) 与纵向燕尾槽支撑体 (4-1) 固定, 纵向丝杠 (4-7) 与纵向丝杠座 (4-2)、纵向进给刻度圈 (4-4)、纵向丝杠牙嵌套 (4-5) 和纵向进给手轮 (4-6) 同轴装配, 纵向丝杠座 (4-2) 分别位于纵向燕尾槽支撑体 (4-1) 的两端, 并通过销钉 (4-3) 与纵向燕尾槽支撑体 (4-1) 固定, 通过旋转纵向进给手轮 (4-6) 带动纵向丝杠 (4-7) 转动实现滑鞍 (3) 和纵向即Y向工作台 (4) 的纵向移动, 移动的距离通过纵向进给刻度圈 (4-4) 实现精准调节, 纵向进给手轮 (4-6) 每旋转一周, 纵向即Y向工作台 (4) 移动预设距离, 纵向丝杠座 (4-2) 高于纵向即Y向工作台 (4)、滑鞍 (3) 和横向即X向工作台 (2) 边界移动到纵向丝杠座 (4-2) 时, 纵向移动结束, 防止工作台滑落, 起到限位和安全保护的作用。

7. 根据权利要求1所述的一种三维可调节式落锤实验工作台系统, 其特征在于: 所述竖向即Z向升降立柱 (5) 从上至下依次包括竖向升降立柱头 (5-1)、竖向升降轴 (5-2)、立柱套筒 (5-3)、竖向升降手轮轴套 (5-4)、竖向升降刻度圈 (5-5)、竖向升降手轮 (5-6)、底座 (5-7) 和螺栓 (5-8); 竖向升降立柱头 (5-1) 固定在纵向即Y向工作台 (4) 的底部, 组成万向球头关节轴承, 实现工作台系统大角度的调整, 竖向升降手轮 (5-6) 外套竖向升降手轮轴套 (5-4) 设置在立柱套筒 (5-3) 上, 通过转动竖向升降手轮 (5-6) 带动内部小齿轮转动, 经一对圆锥齿轮合运转, 带动螺杆旋转推动升降套筒, 实现竖向升降轴 (5-2) 的竖向移动, 移动的距离通过设置在竖向升降手轮 (5-6) 上的竖向升降刻度圈 (5-5) 实现精准调节, 手轮每旋转一周, 横向X向工作台 (2) 竖向移动预设距离, 底座 (5-7) 通过螺栓 (5-8) 与砧台 (7) 固定。

8. 根据权利要求1所述的一种三维可调节式落锤实验工作台系统, 其特征在于: 所述竖向即Z向升降立柱 (5) 为四根, 实验过程中, 根据冲击强度和落锤冲头的重量来设置立柱的数量, 根据实验的角度调节每根立柱的高度, 实现工作台的不同的倾角。

9. 根据权利要求1所述的一种三维可调节式落锤实验工作台系统, 其特征在于: 该落锤实验工作台系统实现了实验试件任意点在三维坐标空间内的冲击实验, 其不同倾角特征的计算过程如下:

对于任意长a宽b的矩形试件面EFGH, 矩形试件面EFGH在水平面的投影面为面ABCD, 矩形试件的投影面为固定螺栓组成的面, 矩形试件通过竖向即Z向升降立柱 (5) 的升降高度和固定升降立柱的螺栓在水平面之间的距离来确定其任意方位;

假设四个竖向即Z向升降立柱 (5) 的高度为 h_1, h_2, h_3, h_4 , 竖向即Z向升降立柱 (5) 的螺栓 (5-8) 之间组成的投影面ABCD的边长为 l_1, l_2 ; 线IJ为面EFGH和面ABCD的交线, 可以根据几何关系得到角AKE为面EFGH和面ABCD组成的二面角 α ; 按式 (1) 计算角度 $\angle IAK$ 的表达式,

$$\cos \angle IAK = \frac{AK}{AI} = \frac{l_1}{\sqrt{l_1^2 + \left(\frac{h_3 l_2}{h_3 - h_2} - \frac{h_4 l_2}{h_4 - h_1} \right)^2}} \quad (1)$$

将 $AI = l_2 + \frac{h_2 l_2}{h_3 - h_2} = \frac{h_3 l_2}{h_3 - h_2}$ 代入式 (1), 按式 (2) 计算 AK 的长度,

$$AK = \frac{h_3 l_1 l_2}{(h_3 - h_2) \sqrt{l_1^2 + \left(\frac{h_3 l_2}{h_3 - h_2} - \frac{h_4 l_2}{h_4 - h_1} \right)^2}} \quad (2)$$

按式 (3) 计算面 EFGH 和面 ABCD 组成的二面角 α 的表达式,

$$\tan \alpha = \frac{AE}{AK} = \sqrt{\left(\frac{1}{l_2} \right)^2 + \left(\frac{h_2 h_4 - h_1 h_3}{l_1 (h_4 - h_1)} \right)^2} \quad (3)$$

获得式 (4) 所示的二面角 α 的表达式,

$$\alpha = \arctan \left[\sqrt{\left(\frac{1}{l_2} \right)^2 + \left(\frac{h_2 h_4 - h_1 h_3}{l_1 (h_4 - h_1)} \right)^2} \right] \quad (4)$$

式 (4) 中 α 的取值范围为 $0 \leq \alpha < 90^\circ$;

落锤冲头 (6) 以一定的高度自由下落冲击实验试件, 落锤冲头 (6) 轴向与实验试件的冲击角度为 β , 按式 (5) 计算冲击角度表达式,

$$\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha = \frac{\pi}{2} - \arctan \left[\sqrt{\left(\frac{1}{l_2} \right)^2 + \left(\frac{h_2 h_4 - h_1 h_3}{l_1 (h_4 - h_1)} \right)^2} \right] \quad (5)$$

在实验过程中, 需要游标卡尺测量四个竖向即 Z 向升降立柱 (5) 的长度 h_1, h_2, h_3, h_4 和竖向即 Z 向升降立柱 (5) 的螺栓 (5-8) 之间组成的投影面 ABCD 的边长 l_1, l_2 就能够得到落锤冲头 (6) 的任意冲击角度 β , 其中冲击角度 β 的取值范围为 $0 < \beta \leq 90^\circ$;

对于已知冲击角度 β 的实验方案, 并有式 (6) 表示的附加方程表达式,

$$\begin{cases} h_4 - h_1 = h_3 - h_2 \\ h_2 - h_1 = h_3 - h_4 \\ (h_2 - h_1)^2 + l_1^2 = a^2 \\ (h_4 - h_1)^2 + l_2^2 = b^2 \\ (h_3 - h_1)^2 + l_1^2 + l_2^2 = a^2 + b^2 \end{cases} \quad (6)$$

利用式 (5)、(6) 能够得到竖向即 Z 向升降立柱 (5) 的升降高度和螺栓 (5-8) 之间的距离; 至此, 完成了三维可调节式落锤实验工作台系统所述的实验试件不同倾角的计算。

一种三维可调节式落锤实验工作台系统

技术领域

[0001] 本发明涉及实验工作台系统技术领域,具体涉及一种三维可调节式落锤实验工作台系统。

背景技术

[0002] 经受撞击加载的结构,其响应同静载情况相比,有着许多不同的规律。杆、板、环、壳等结构在中低速撞击过程中,撞击物体的巨大动能会引起这类柔性结构发生超大变形、屈曲、断裂,甚至崩塌,致使结构失效造成灾难性事故。工程中大量的低速撞击问题是采用落锤式冲击试验系统来实现的。大型落锤冲击实验系统是与地面完全固定的一种简单、可靠、重复性好的加载装置,在实验过程中,对于不同尺寸的试件的加载是通过调节落锤实验工作台来实现的。在实验过程中,试件几何尺寸、冲击位置和冲击角度都不相同,针对不同的试件尺寸和加载条件需要设计不同的夹具,这将会造成材料的大量浪费,因此有必要设计和加工制造适用于不同工况下的实验夹具。

发明内容

[0003] 为了解决上述现有技术存在的问题,本发明的目的在于提供一种三维可调节式落锤实验工作台系统,该落锤实验工作台系统具有多功能、可拆卸、便携式的优点;通过改变落锤实验工作台横向位移来实现试件横向任意位置的冲击实验;通过改变落锤实验工作台纵向位移来实现试件纵向任意位置的冲击实验;通过改变底部四根支撑立柱的高度,来实现试件在任意冲击角度下的冲击实验;并且三者的改变可以同时进行,实现试件在任意位置、任意角度的落锤冲击实验。

[0004] 为达到以上目的,本发明采用如下技术方案:

[0005] 一种三维可调节式落锤实验工作台系统,其特征在于:所述落锤实验工作台系统能够实现实验试件的任意点在三维坐标空间内的冲击实验,该系统包括实验夹具和试件1、横向即X向工作台2、滑鞍3、纵向即Y向工作台4、竖向即Z向升降立柱5、落锤冲头6、砧台7和进给刻度圈8;实验夹具和试件1通过螺栓固定在横向即X向工作台2上,横向即X向工作台2通过燕尾卡槽滑动固定在滑鞍3上,纵向即Y向工作台4通过燕尾卡槽滑动固定在滑鞍3下,纵向即Y向工作台4底部与竖向即Z向升降立柱5固定,竖向即Z向升降立柱5通过螺栓固定在砧台7上;落锤实验工作台系统完全固定在地面上,安装在落锤实验工作台系统上的落锤冲头6不能沿着X向和Y向移动,只能沿着轨道Z向竖直向下运动,因此,只能通过调节落锤实验工作台系统的位置和高度来实现试件在不同位置、不同角度的冲击。

[0006] 所述实验夹具和试件1包括上夹具1-1、实验试件1-2、下夹具1-3、工字支撑梁1-4、上夹具固定螺栓1-5、下夹具固定螺栓1-6和工字支撑梁固定螺栓1-7;所述上夹具1-1和实验试件1-2通过上夹具固定螺栓1-5与下夹具1-3固定,下夹具1-3通过下夹具固定螺栓1-6与工字支撑梁1-4固定,工字支撑梁1-4通过工字支撑梁固定螺栓1-7与横向即X向工作台2固定。

[0007] 所述实验夹具和试件1根据实验方案设计成不同的几何构型,包括横梁、曲梁、平板、曲板、球壳和柱壳,具有多用途的功能。

[0008] 所述横向即X向工作台2包括夹具正交固定槽2-1、横向丝杠座2-2、横向进给刻度圈2-3、横向丝杠牙嵌套2-4、横向进给手轮2-5、横向丝杠2-6、销钉2-7和横向限位块2-8;所述夹具正交固定槽2-1分布在横向即X向工作台2的上表面,工字支撑梁1-4通过工字支撑梁固定螺栓1-7与横向即X向工作台2的夹具正交固定槽2-1固定,实验夹具和试件1能够固定在横向即X向工作台2的任何位置,所述横向丝杠2-6与横向丝杠座2-2、横向进给刻度圈2-3、横向丝杠牙嵌套2-4和横向进给手轮2-5同轴装配,横向丝杠座2-2分别位于夹具正交固定槽2-1的两端,并通过销钉2-7与夹具正交固定槽2-1固定,通过旋转横向进给手轮2-5带动横向丝杠2-6转动实现横向即X向工作台2的横向移动,移动的距离通过横向进给刻度圈2-3实现精准调节,横向进给手轮2-5每旋转一周,横向即X向工作台2移动预设距离,横向即X向工作台2的侧面分布有四个横向限位块2-8,,防止横向即X向工作台2滑落,起到安全保护的作用。

[0009] 所述滑鞍3包括燕尾槽鞍架3-1、横向丝杠轴承3-2、螺栓3-3、横向限位板3-4、螺钉3-5、工作台横向锁紧螺钉3-6和工作台纵向锁紧螺钉3-7;在燕尾槽鞍架3-1上下表面都加工有燕尾槽,上表面的燕尾槽与横向即X向工作台2相配合,下表面的燕尾槽与纵向即Y向工作台4相配合,横向丝杠2-6与横向丝杠轴承3-2相配合,横向限位板3-4通过螺钉3-5与燕尾槽鞍架3-1固定,横向限位板3-4与横向限位块2-8相接触就是横向即X向工作台2横向移动的极限距离,当横向进给完成后,通过工作台横向锁紧螺钉3-6使横向即X向工作台2无法横向移动,当纵向进给完成后,通过工作台纵向锁紧螺钉3-7使纵向即Y向工作台4无法纵向移动。

[0010] 所述纵向即Y向工作台4包括纵向燕尾槽支撑体4-1、纵向丝杠座4-2、销钉4-3、纵向进给刻度圈4-4、纵向丝杠牙嵌套4-5、纵向进给手轮4-6和纵向丝杠4-7;所述纵向燕尾槽支撑体4-1与燕尾槽鞍架3-1下表面相配合,横向丝杠轴承3-2通过螺栓3-3与纵向燕尾槽支撑体4-1固定,纵向丝杠4-7与纵向丝杠座4-2、纵向进给刻度圈4-4、纵向丝杠牙嵌套4-5和纵向进给手轮4-6同轴装配,纵向丝杠座4-2分别位于纵向燕尾槽支撑体4-1的两端,并通过销钉4-3与纵向燕尾槽支撑体4-1固定,通过旋转纵向进给手轮4-6带动纵向丝杠4-7转动实现滑鞍3和纵向即Y向工作台4的纵向移动,移动的距离通过纵向进给刻度圈4-4实现精准调节,纵向进给手轮4-6每旋转一周,纵向即Y向工作台4移动预设距离,纵向丝杠座4-2高于纵向即Y向工作台4、滑鞍3和横向即X向工作台2边界移动到纵向丝杠座4-2时,纵向移动结束,防止工作台滑落,起到限位和安全保护的作用。

[0011] 所述竖向即Z向升降立柱5从上至下依次包括竖向升降立柱头5-1、竖向升降轴5-2、立柱套筒5-3、竖向升降手轮轴套5-4、竖向升降刻度圈5-5、竖向升降手轮5-6、底座5-7和螺栓5-8;竖向升降立柱头5-1固定在纵向即Y向工作台4的底部,组成万向球头关节轴承,实现工作台系统大角度的调整,竖向升降手轮5-6外套竖向升降手轮轴套5-4设置在立柱套筒5-3上,通过转动竖向升降手轮5-6带动内部小齿轮转动,经一对圆锥齿轮合运转,带动螺杆旋转推动升降套筒,实现竖向升降轴5-2的竖向移动,移动的距离通过设置在竖向升降手轮5-6上的竖向升降刻度圈5-5实现精准调节,手轮每旋转一周,横向X向工作台2竖向移动预设距离,底座5-7通过螺栓5-8与砧台7固定。

[0012] 所述竖向即Z向升降立柱5为四根,实验过程中,根据冲击强度和落锤冲头的重量来设置立柱的数量,根据实验的角度调节每根立柱的高度,实现工作台的不同的倾角。

[0013] 该落锤实验工作台系统实现了实验试件任意点在三维坐标空间内的冲击实验,其不同倾角特征的计算过程如下:

[0014] 对于任意长a宽b的矩形试件面EFGH,矩形试件面EFGH在水平面的投影面为面ABCD,矩形试件的投影面为固定螺栓组成的面,矩形试件通过竖向即Z向升降立柱5的升降高度和固定升降立柱的螺栓在水平面之间的距离来确定其任意方位;

[0015] 假设四个竖向即Z向升降立柱5的高度为 h_1, h_2, h_3, h_4 ,螺栓之间组成的投影面ABCD的边长为 l_1, l_2 ;线IJ为面EFGH和面ABCD的交线,可以根据几何关系得到角AKE为面EFGH和面ABCD组成的二面角 α ;按式(1)计算角度 $\angle IAK$ 的表达式,

$$\cos \angle IAK = \frac{AK}{AI} = \frac{l_1}{\sqrt{l_1^2 + \left(\frac{h_3 l_2}{h_3 - h_2} - \frac{h_4 l_2}{h_4 - h_1} \right)^2}} \quad (1)$$

[0017] 将 $AI = l_2 + \frac{h_2 l_2}{h_3 - h_2} = \frac{h_3 l_2}{h_3 - h_2}$ 代入式(1),按式(2)计算AK的长度,

$$AK = \frac{h_3 l_1 l_2}{(h_3 - h_2) \sqrt{l_1^2 + \left(\frac{h_3 l_2}{h_3 - h_2} - \frac{h_4 l_2}{h_4 - h_1} \right)^2}} \quad (2)$$

[0019] 按式(3)计算面EFGH和面ABCD组成的二面角 α 的表达式,

$$\tan \alpha = \frac{AE}{AK} = \sqrt{\left(\frac{1}{l_2} \right)^2 + \left(\frac{h_2 h_4 - h_1 h_3}{l_1 (h_4 - h_1)} \right)^2} \quad (3)$$

[0021] 获得式(4)所示的二面角 α 的表达式,

$$\alpha = \arctan \left[\sqrt{\left(\frac{1}{l_2} \right)^2 + \left(\frac{h_2 h_4 - h_1 h_3}{l_1 (h_4 - h_1)} \right)^2} \right] \quad (4)$$

[0023] 式(4)中 α 的取值范围为 $0 \leq \alpha < 90^\circ$;

[0024] 落锤的冲击头以一定的高度自由下落冲击实验试件,落锤冲头6轴向与实验试件的冲击角度为 β ,按式(5)计算冲击角度表达式,

$$\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha = \frac{\pi}{2} - \arctan \left[\sqrt{\left(\frac{1}{l_2} \right)^2 + \left(\frac{h_2 h_4 - h_1 h_3}{l_1 (h_4 - h_1)} \right)^2} \right] \quad (5)$$

[0026] 在实验过程中,需要游标卡尺测量四个升降立柱的长度 h_1, h_2, h_3, h_4 和螺栓之间组成的投影面ABCD的边长 l_1, l_2 就能够得到落锤冲头6的任意冲击角度 β ,其中冲击角度 β 的取值范围为 $0 < \beta \leq 90^\circ$;

[0027] 对于已知冲击角度 β 的实验方案,并有式(6)表示的附加方程表达式,

$$[0028] \quad \begin{cases} h_4 - h_1 = h_3 - h_2 \\ h_2 - h_1 = h_3 - h_4 \\ (h_2 - h_1)^2 + l_1^2 = a^2 \\ (h_4 - h_1)^2 + l_2^2 = b^2 \\ (h_3 - h_1)^2 + l_1^2 + l_2^2 = a^2 + b^2 \end{cases} \quad (6)$$

[0029] 利用式(5)、(6)能够得到升降立柱的升降高度和升降立柱螺栓之间的距离;至此,完成了三维可调节式落锤实验工作台系统所述的实验试件不同倾角的计算。

[0030] 和现有技术相比较,本发明具备如下优点:

[0031] 第一,本发明通过横向丝杠2-6和纵向丝杠4-7的转动,实现工作台横向移动和纵向移动,移动的距离可以通过进给刻度圈8实现精准调节,手轮每旋转一周,工作台移动预设距离,可以实现实验试件在任意位置的冲击;通过转动竖向升降手轮5-6实现竖向升降轴5-2的竖向移动,移动距离可以通过竖向升降刻度圈5-5实现精准调节,手轮每旋转一周,工作台2竖向移动预设距离,可以实现实验试件任意角度的冲击;以及一套设备多用途有效的解决了在落锤实验中针对不同试件设计不同工作台的问题,节省了加工材料,缩短了实验时间,具有精确性、通用性、多功能性和经济性的优点。

[0032] 第二,本发明装置包括实验夹具和试件1,横向即X向工作台2,滑鞍3,纵向即Y向工作台4,竖向即Z向升降立柱5,落锤冲头6,砧台7,进给刻度圈8,这些部件是通过燕尾槽装配而成以及通过螺栓相连接,并且组装很容易操作,具有可拆卸性、便携性。

[0033] 第三,横向即X向工作台2的侧面分布有四个横向限位块2-8,横向限位板3-4与横向限位块2-8相接触就是横向即X向工作台2横向移动的极限距离,防止横向即X向工作台2滑落;纵向丝杠座4-2高于纵向即Y向工作台4,滑鞍3和横向即X向工作台2边界移动到纵向丝杠座4-2时,纵向移动结束,防止工作台滑落,整套设备具有很高的安全性。

[0034] 第四,通过横向即X向工作台2和纵向即Y向工作台4可以精确确定冲击点的位置,通过直尺和游标卡尺测量四个竖向即Z向升降立柱5的长度和竖向即Z向升降立柱5的螺栓5-8之间的距离,代入倾角计算公式可以得到任意的冲击角度,整个设备具有很高的精确性和易操作性。

附图说明

[0035] 图1是本发明的一种三维可调节式落锤实验工作台系统装配示意图。

[0036] 图2是本发明的一种三维可调节式落锤实验工作台系统的实验夹具和试件1的装配示意图。

[0037] 图3是本发明的一种三维可调节式落锤实验工作台系统的横向即X向工作台2分解示意图。

[0038] 图4是本发明的一种三维可调节式落锤实验工作台系统的滑鞍3的分解示意图。

[0039] 图5是本发明的一种三维可调节式落锤实验工作台系统的纵向即Y向工作台4的分解示意图。

[0040] 图6是本发明的一种三维可调节式落锤实验工作台系统的竖向即Z向升降立柱5的装配示意图。

[0041] 图7是本发明的一种三维可调节式落锤实验工作台系统的倾角计算示意图。

具体实施方式

[0042] 以下结合附图及具体实施例,对本发明作进一步的详细描述。

[0043] 如图1所示,本实施例一种三维可调节式落锤实验工作台系统装配示意图;所述落锤实验工作台系统实现了实验试件任意点在三维坐标空间内的冲击实验,该系统包括实验夹具和试件1,横向即X向工作台2,滑鞍3,纵向即Y向工作台4,竖向即Z向升降立柱5,落锤冲头6,砧台7,进给刻度圈8;实验夹具和试件1通过螺栓固定在横向即X向工作台2上,横向即X向工作台2通过燕尾卡槽与滑鞍3固定,纵向即Y向工作台4通过燕尾卡槽与滑鞍3固定,纵向即Y向工作台4底部与竖向即Z向升降立柱5固定,竖向即Z向升降立柱5通过螺栓与砧台7固定;由于落锤实验系统完全固定在地面上,所以安装在落锤实验系统的落锤冲头6不能沿着X向和Y向移动,只能沿着轨道Z向竖直向下运动,因此,只能调节工作台系统的位置和高度来实现试件在不同位置、不同角度的冲击。

[0044] 如图2所示,本实施例一种三维可调节式落锤实验工作台系统的实验夹具和试件1的装配示意图;所述实验夹具和试件1包括上夹具1-1,实验试件1-2,下夹具1-3,工字支撑梁1-4,上夹具固定螺栓1-5,下夹具固定螺栓1-6,工字支撑梁固定螺栓1-7;上夹具1-1,实验试件1-2通过上夹具固定螺栓1-5与下夹具1-3固定,下夹具1-3通过下夹具固定螺栓1-6与工字支撑梁1-4固定,工字支撑梁1-4通过工字支撑梁固定螺栓1-7与横向Z向X向工作台2的夹具正交固定槽2-1固定。

[0045] 所述实验夹具和试件1可以根据实验方案设计成不同的几何构型,包括横梁、曲梁、平板、曲板、球壳和柱壳,,具有多用途的功能。

[0046] 如图3所示,本实施例一种三维可调节式落锤实验工作台系统的横向即X向工作台2分解示意图;所述横向即X向工作台2包括夹具正交固定槽2-1,横向丝杠座2-2,横向进给刻度圈2-3,横向丝杠牙嵌套2-4,横向进给手轮2-5,横向丝杠2-6,销钉2-7,横向限位块2-8;夹具正交固定槽2-1分布在横向即X向工作台2的上表面,实验夹具和试件1可以固定在横向即X向工作台2的任何位置,横向丝杠2-6与横向丝杠座2-2,横向进给刻度圈2-3,横向丝杠牙嵌套2-4和横向进给手轮2-5同轴装配,横向丝杠座2-2分别位于夹具正交固定槽2-1的两端,并通过销钉2-7与夹具正交固定槽2-1固定,通过旋转横向进给手轮2-5带动横向丝杠2-6转动可以实现横向即X向工作台2的横向移动,移动的距离可以通过横向进给刻度圈2-3实现精准调节,横向进给手轮2-5每旋转一周,横向即X向工作台2移动2.5mm,横向即X向工作台2的侧面分布有四个横向限位块2-8,横向限位板3-4与横向限位块2-8相接触就是横向即X向工作台2横向移动的极限距离,防止横向即X向工作台2滑落,起到安全保护的作用。

[0047] 如图4所示,本实施例一种三维可调节式落锤实验工作台系统的滑鞍3的分解示意图;所述滑鞍3包括燕尾槽鞍架3-1,横向丝杠轴承3-2,螺栓3-3,横向限位板3-4,螺钉3-5,工作台横向锁紧螺钉3-6,工作台纵向锁紧螺钉3-7;在燕尾槽鞍架3-1上下表面都加工有燕尾槽,上表面的燕尾槽与横向即X向工作台2相配合,下表面的燕尾槽与纵向即Y向工作台4相配合,横向丝杠2-6与横向丝杠轴承3-2相配合,横向丝杠轴承3-2通过螺栓3-3与纵向燕

尾槽支撑体4-1固定,横向限位板3-4通过螺钉3-5与燕尾槽鞍架3-1固定,当横向进给完成后,通过工作台横向锁紧螺钉3-6使横向即X向工作台2无法横向移动,当纵向进给完成后,通过工作台纵向锁紧螺钉3-7使纵向即Y向工作台4无法纵向移动。

[0048] 如图5所示,本实施例一种三维可调节式落锤实验工作台系统的纵向即Y向工作台4的分解示意图;所述纵向即Y向工作台4包括纵向燕尾槽支撑体4-1,纵向丝杠座4-2,销钉4-3,纵向进给刻度圈4-4,纵向丝杠牙嵌套4-5纵向进给手轮4-6,纵向丝杠4-7;纵向燕尾槽支撑体4-1与燕尾槽鞍架3-1下表面相配合,纵向丝杠4-7与纵向丝杠座4-2,纵向进给刻度圈4-4,纵向丝杠牙嵌套4-5和纵向进给手轮4-6同轴装配,纵向丝杠座4-2分别位于纵向燕尾槽支撑体4-1的两端,并通过销钉4-3与纵向燕尾槽支撑体4-1固定,通过旋转纵向进给手轮4-6带动纵向丝杠4-7转动可以实现滑鞍3和纵向即Y向工作台4的纵向移动,移动的距离可以通过纵向进给刻度圈4-4实现精准调节,纵向进给手轮4-6每旋转一周,纵向即Y向工作台4移动2.5mm,纵向丝杠座4-2高于纵向即Y向工作台4,滑鞍3和横向即X向工作台2边界移动到纵向丝杠座4-2时,纵向移动结束,防止工作台滑落,起到限位和安全保护的作用。

[0049] 如图6所示,本实施例一种三维可调节式落锤实验工作台系统的竖向即Z向升降立柱5的装配示意图;所述竖向即Z向升降立柱5包括竖向升降立柱头5-1,竖向升降轴5-2,立柱套筒5-3,竖向升降手轮轴套5-4,竖向升降刻度圈5-5,竖向升降手轮5-6,底座5-7,螺栓5-8;竖向升降立柱头5-1固定在纵向即Y向工作台4的底部,组成万向球头关节轴承,实现工作台大角度的调整,通过转动竖向升降手轮5-6带动内部小齿轮转动,经一对圆锥齿轮合运转,带动螺杆旋转推动升降套筒,实现竖向升降轴5-2的竖向移动,移动的距离可以通过竖向升降刻度圈5-5实现精准调节,手轮每旋转一周,横向即X向工作台2竖向移动3.0mm,底座5-7通过螺栓5-8与砧台7固定。

[0050] 作为本发明的优选实施方式,所述的竖向即Z向升降立柱5为四根,实验过程中,可以根据冲击强度和落锤冲头的重量来设置立柱的数量,根据实验的角度调节每根立柱的高度,实现工作台的不同的倾角。

[0051] 如图7所示,本实施例一种三维可调节式落锤实验工作台系统的倾角计算示意图;所述的一种三维可调节式落锤实验工作台系统,该落锤实验工作台系统实现了实验试件任意点在三维坐标空间内的冲击实验,在本实验工作台系统实施方式中,其不同倾角特征所述的计算过程如下:

[0052] 对于任意长a宽b的试件1面EFGH,试件1面EFGH在水平面的投影面为面ABCD,试件1的投影面为竖向即Z向升降立柱5的固定螺栓5-8组成的面,试件1通过竖向即Z向升降立柱5的升降高度和固定升降立柱的螺栓5-8在水平面之间的距离来确定其任意方位。

[0053] 假设四个竖向即Z向升降立柱5的高度为 h_1, h_2, h_3, h_4 ,竖向即Z向升降立柱5的螺栓5-8之间组成的投影面ABCD的边长为 l_1, l_2 ;线IJ为面EFGH和面ABCD的交线,可以根据几何关系得到角AKE为面EFGH和面ABCD组成的二面角 α ;按式(1)计算角度 $\angle IAK$ 的表达式,

$$\cos \angle IAK = \frac{AK}{AI} = \frac{l_1}{\sqrt{l_1^2 + \left(\frac{h_3 l_2}{h_3 - h_2} - \frac{h_4 l_2}{h_4 - h_1} \right)^2}} \quad (1)$$

[0054]

[0055] 将 $AI = l_2 + \frac{h_2 l_2}{h_3 - h_2} = \frac{h_3 l_2}{h_3 - h_2}$ 代入式 (1), 按式 (2) 计算 AK 的长度,

$$AK = \frac{h_3 l_1 l_2}{(h_3 - h_2) \sqrt{l_1^2 + \left(\frac{h_3 l_2}{h_3 - h_2} - \frac{h_4 l_2}{h_4 - h_1} \right)^2}} \quad (2)$$

[0057] 按式 (3) 计算面 EFGH 和面 ABCD 组成的二面角 α 的表达式,

$$\tan \alpha = \frac{AE}{AK} = \sqrt{\left(\frac{1}{l_2} \right)^2 + \left(\frac{h_2 h_4 - h_1 h_3}{l_1 (h_4 - h_1)} \right)^2} \quad (3)$$

[0059] 获得式 (4) 所示的二面角 α 的表达式,

$$\alpha = \arctan \left[\sqrt{\left(\frac{1}{l_2} \right)^2 + \left(\frac{h_2 h_4 - h_1 h_3}{l_1 (h_4 - h_1)} \right)^2} \right] \quad (4)$$

[0061] 式 (4) 中 α 的取值范围为 $0 \leq \alpha < 90^\circ$ 。

[0062] 落锤冲头 6 以一定的高度自由下落冲击实验试件 1, 落锤冲头 6 轴向与实验试件 1 的冲击角度为 β , 按式 (5) 计算冲击角度表达式,

$$\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha = \frac{\pi}{2} - \arctan \left[\sqrt{\left(\frac{1}{l_2} \right)^2 + \left(\frac{h_2 h_4 - h_1 h_3}{l_1 (h_4 - h_1)} \right)^2} \right] \quad (5)$$

[0064] 在实验过程中, 需要直尺或游标卡尺测量四个竖向即 Z 向升降立柱 5 的长度 h_1, h_2, h_3, h_4 和竖向即 Z 向升降立柱 5 的螺栓 5-8 之间组成的投影面 ABCD 的边长 l_1, l_2 就可以得到落锤冲头 6 的任意冲击角度 β , 其中冲击角度 β 的取值范围为 $0 < \beta \leq 90^\circ$;

[0065] 对于已知冲击角度 β 的实验方案, 并有式 (6) 表示的附加方程表达式,

$$\begin{cases} h_4 - h_1 = h_3 - h_2 \\ h_2 - h_1 = h_3 - h_4 \\ (h_2 - h_1)^2 + l_1^2 = a^2 \\ (h_4 - h_1)^2 + l_2^2 = b^2 \\ (h_3 - h_1)^2 + l_1^2 + l_2^2 = a^2 + b^2 \end{cases} \quad (6)$$

[0067] 利用式 (5)、(6) 可以得到竖向即 Z 向升降立柱 5 的升降高度和螺栓 5-8 之间的距离。

[0068] 至此, 本实施例完成了三维可调节式落锤实验工作台系统所述的实验试件不同倾角的计算。

[0069] 尽管上面结合附图对本发明的优选实例进行了详细描述, 但本发明并不局限于上述的具体实施方式, 上述的实施方式仅仅是示意性的, 而不是限制性的。如: 可以根据实验方案设计成不同的几何构型, 包括横梁、曲梁、平板、曲板、球壳和柱壳, 具有多用途的功能。

可以改造设计成适合研究不同结构的实验夹具、适合研究包括横梁、曲梁、平板、曲板、球壳和柱壳的实验夹具,竖向即Z向升降立柱可以根据实验情况设计不同的升降立柱,可以为机械式立柱、气动式立柱或者液压式立柱等。本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围的实施方案均在本发明的保护之内。

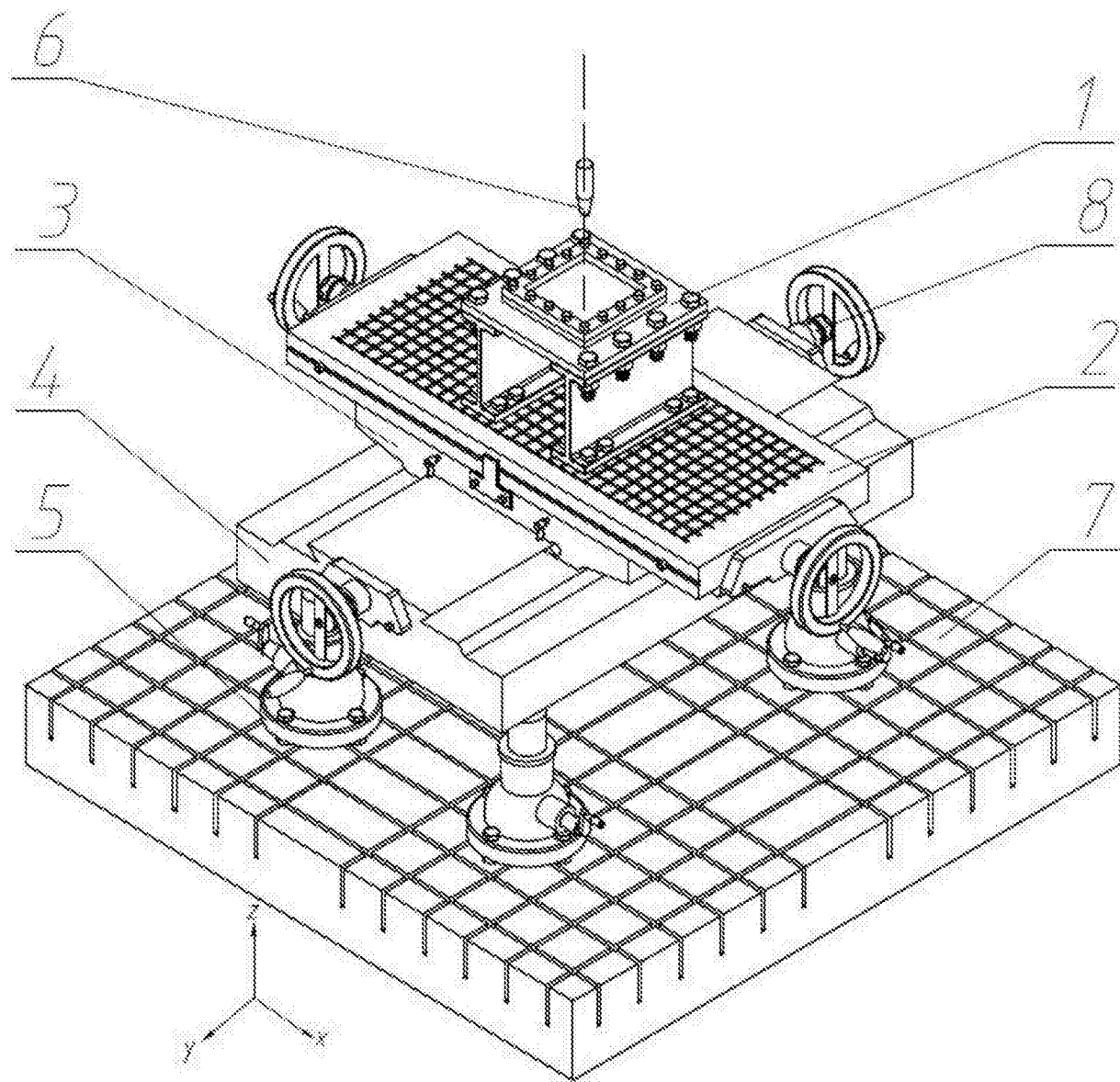


图1

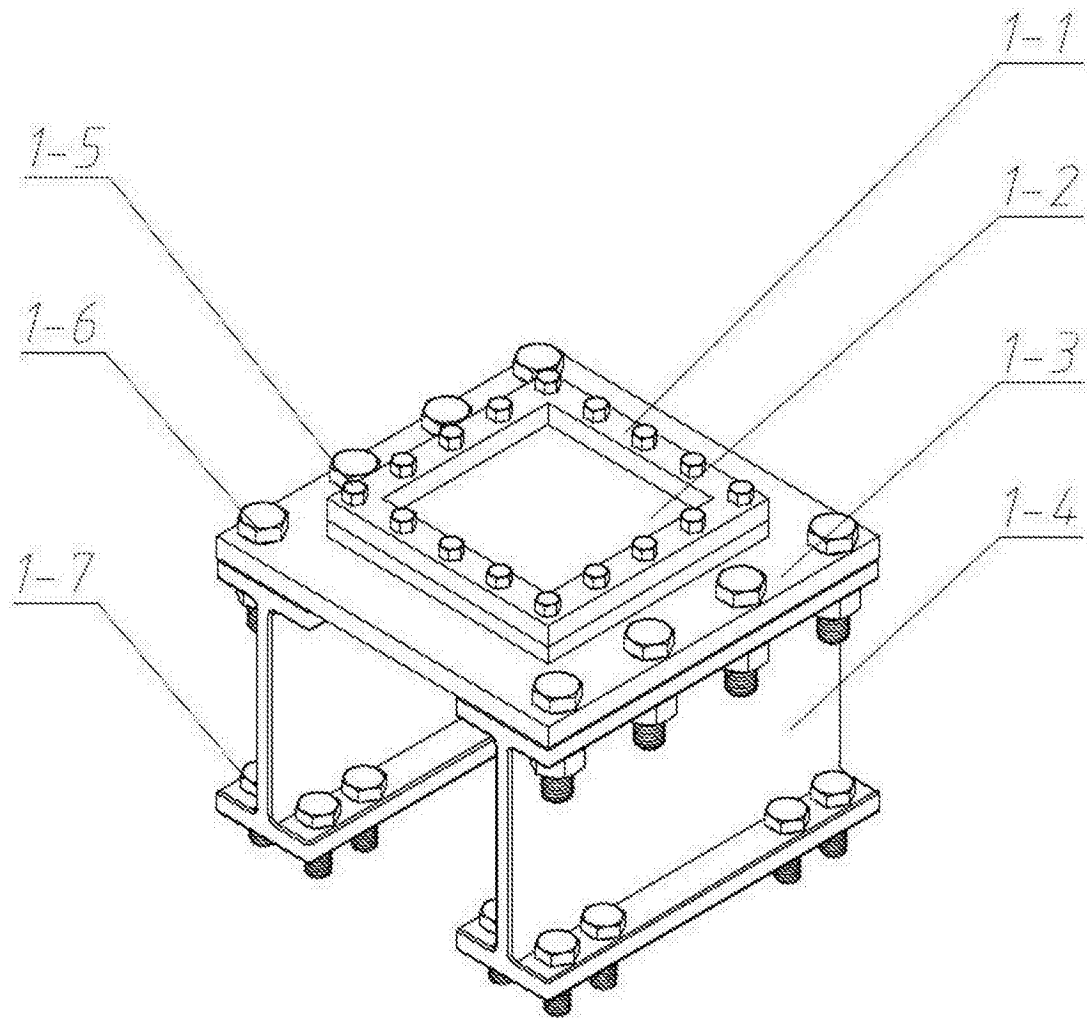


图2

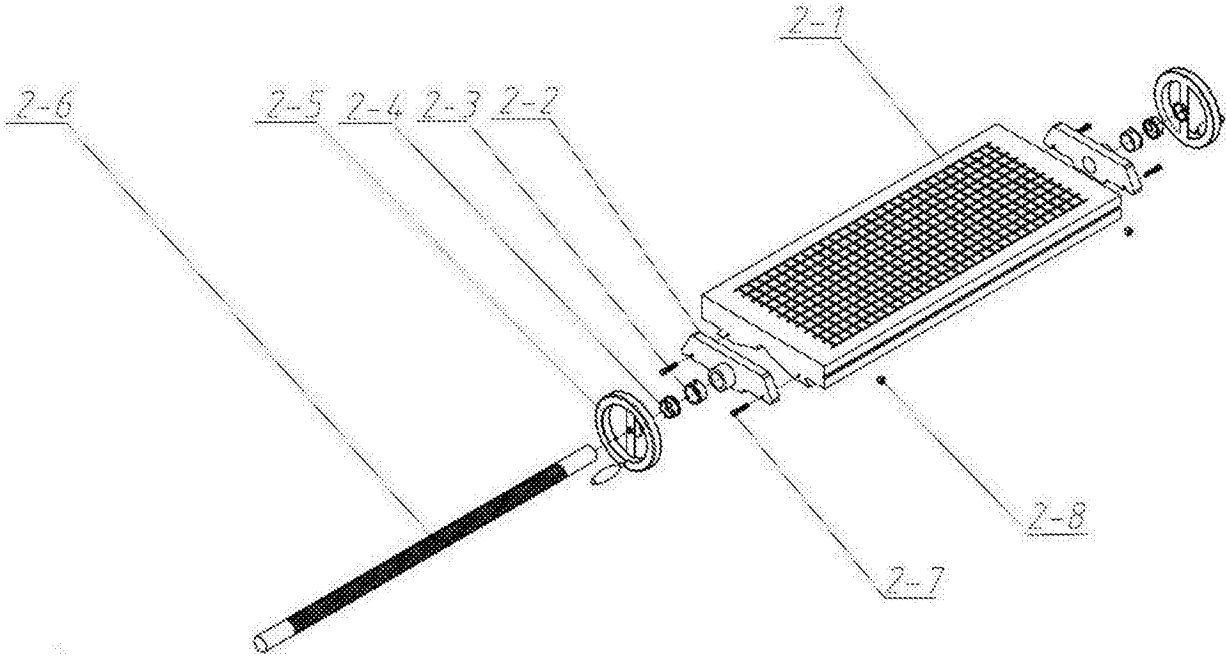


图3

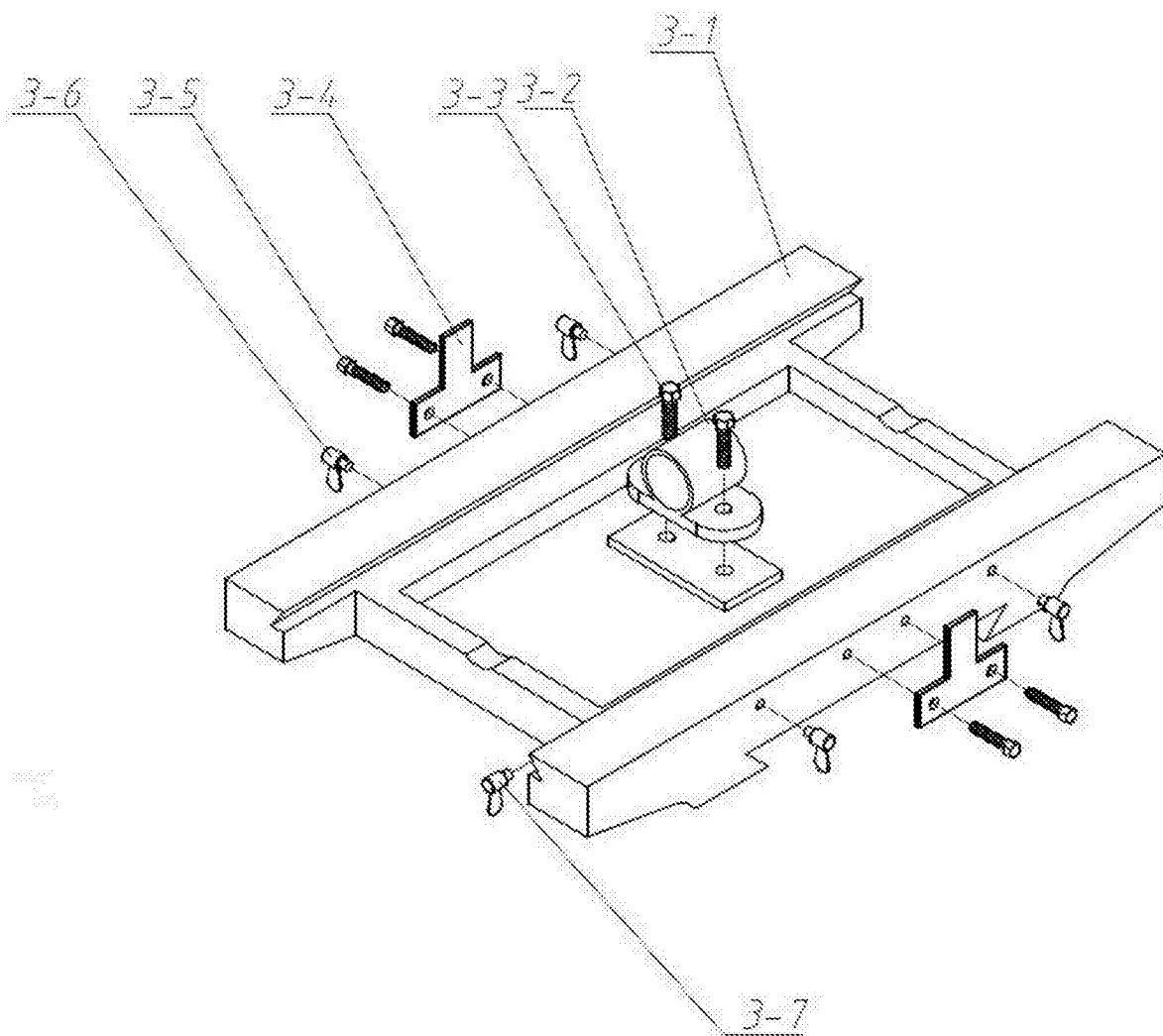


图4

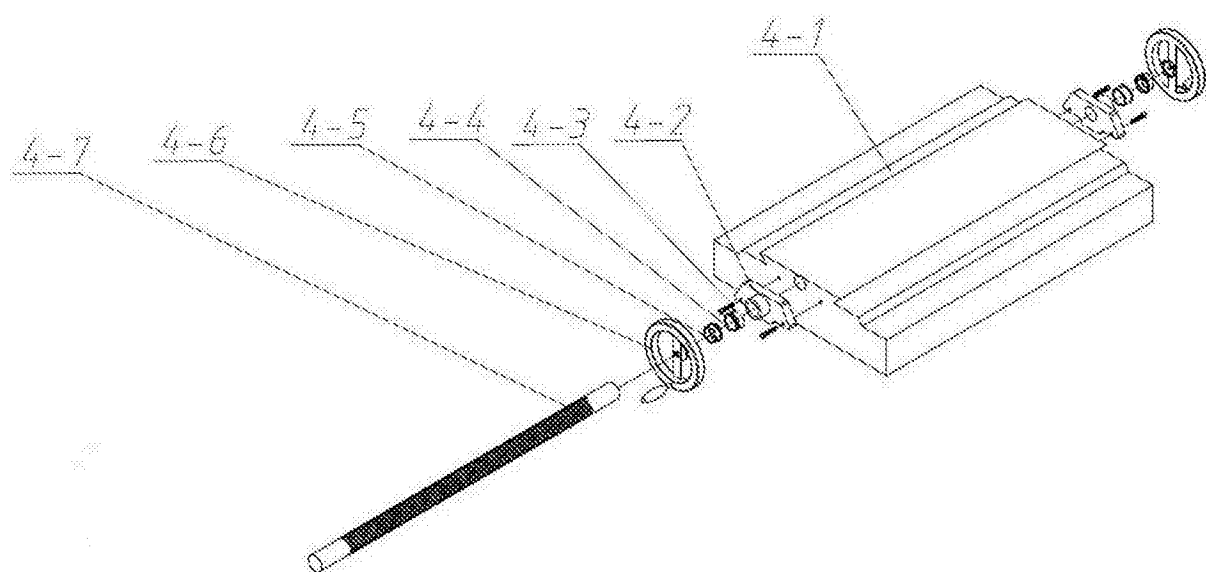


图5

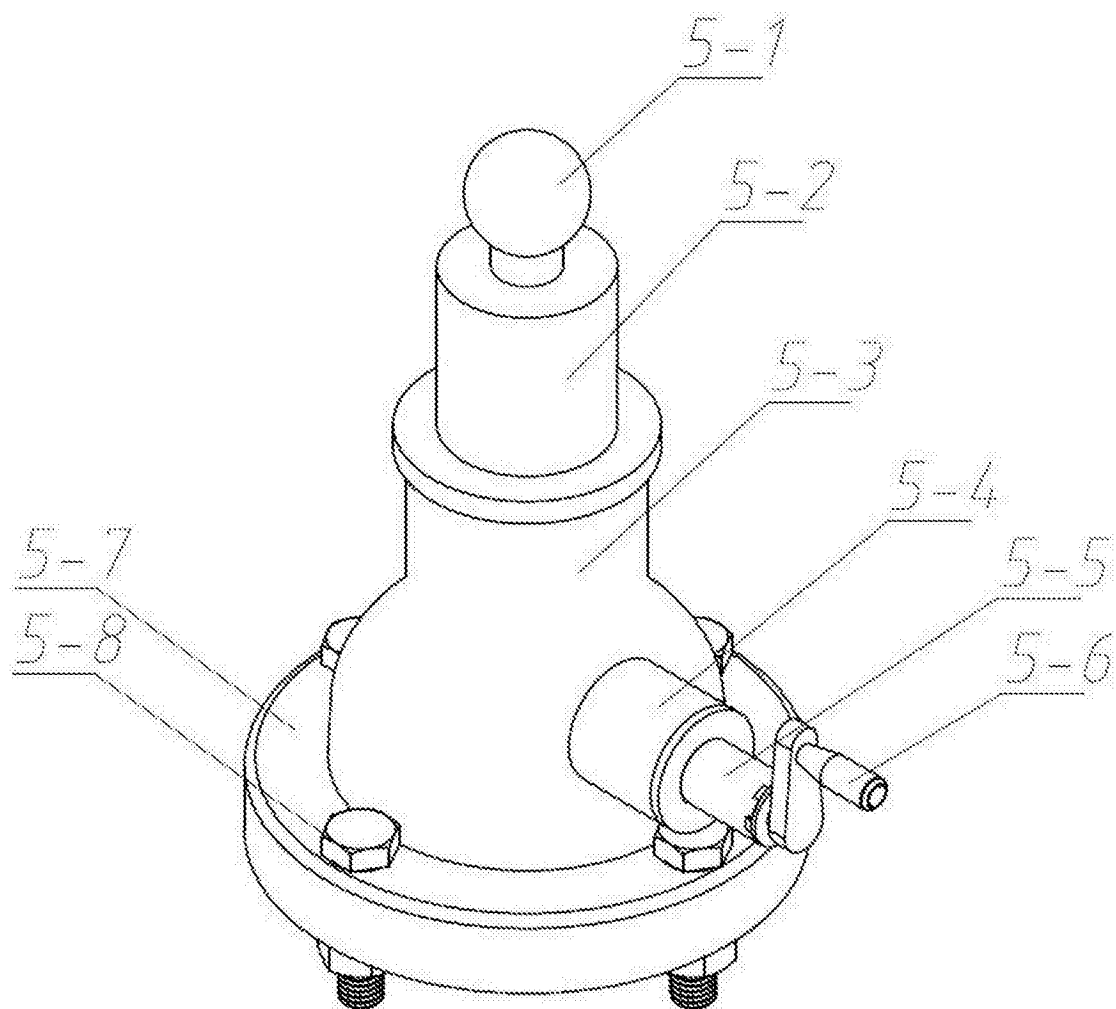


图6

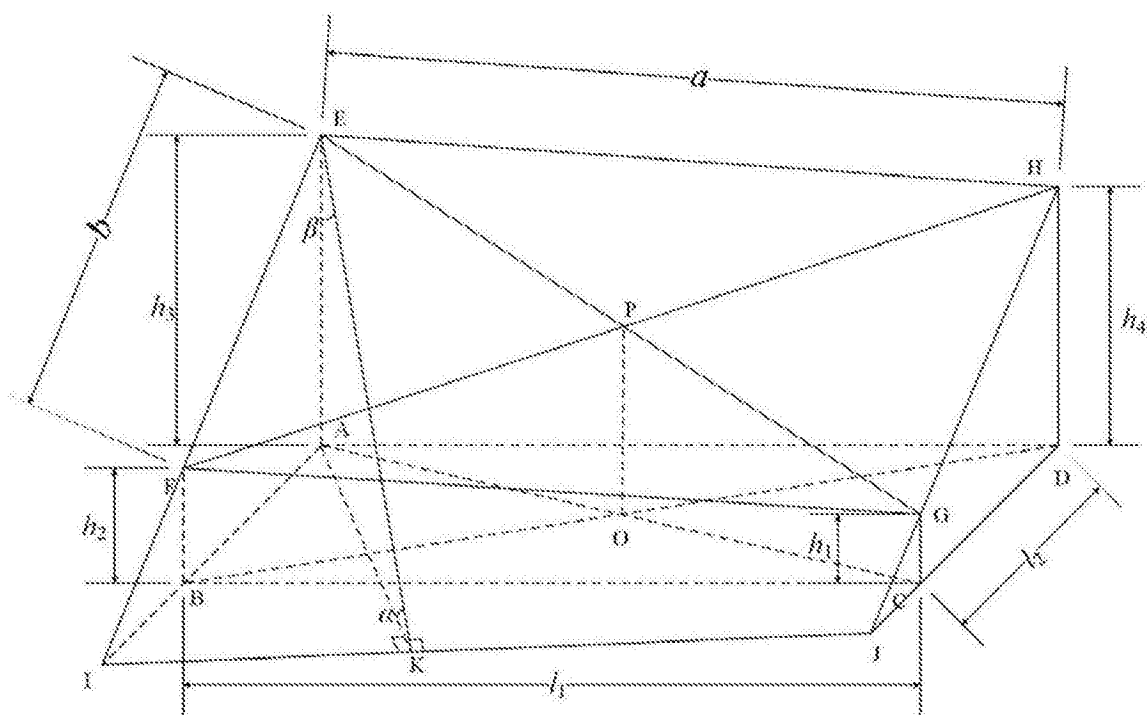


图7