(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108007861 A
(43)申请公布日 2018.05.08

(21)申请号 201711482507.5

(22)申请日 2017.12.29

(71)申请人 长安大学
地址 710064 陕西省西安市长安中路33号

(72)发明人 胡力群 陈云飞 张建伟 黄浩 夏爽

(74)专利代理机构 西安永生专利代理有限责任公司 61201
代理人 申忠才

(51)Int.Cl.
G01N 19/08(2006.01)

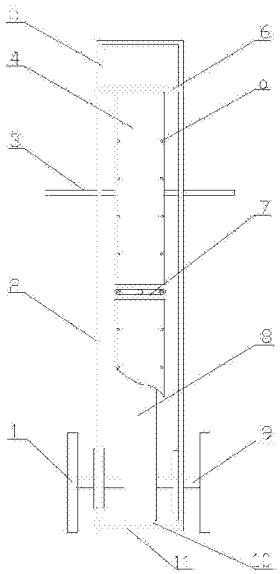
权利要求书1页 说明书8页 附图8页

(54)发明名称

水稳基层压实度快速测定仪

(57)摘要

一种水稳基层压实度快速测定仪,在底板上表面左右对称设置有2根纵杆,纵杆的顶端设置有顶板,顶板与底板之间设置有导向筒,导向筒前侧设置有导向板,导向板上设置有限位孔,限位机构通过限位孔设置在导向板上,落锤设置在导向筒内且落锤的上部与限位机构相接触,纵杆的下部设置有安装移动车轮的车轮架;本发明具有设计合理、结构简单、可快速进行、无损等优点,可推广应用到公路路面水稳基层压实度测定领域。



CN 108007861 A

1.一种水稳基层压实度快速测定仪,其特征在于:在底板上表面左右对称设置有2根纵杆,纵杆的顶端设置有顶板,顶板与底板之间设置有导向筒,导向筒前侧设置有导向板,导向板上设置有限位孔,限位机构通过限位孔设置在导向板上,落锤设置在导向筒内且落锤的上部与限位机构相接触,纵杆的下部设置有安装移动车轮的车轮架。

2.根据权利要求1所述的水稳基层压实度快速测定仪,其特征在于所述的导向板为U型板,U型板的底部和侧壁上均加工有限位孔。

3.根据权利要求2所述的水稳基层压实度快速测定仪,其特征在于所述的限位机构为:U型固定架上设置有与导向板上的限位孔相适应的安装孔,U型固定架的内侧壁上对称设置有矩形槽,矩形槽内安装有挡板,U型固定架的外底部设置有弹簧安装板,弹簧安装板的两端均设置有弹簧,弹簧的一端通过绳索与挡板相连接、另一端固定在拉手固定板上,拉手固定板上设置有拉手。

4.根据权利要求1所述的水稳基层压实度快速测定仪,其特征在于所述的落锤为:锤体上表面中部设置有拉杆,锤体上表面拉杆两侧设置有固定杆,配重块穿过固定杆设置在锤体上,拉杆上端设置有限位块,限位块顶部设置有安装槽,加速度传感器设置在安装槽内并通过安装在限位块顶部的固定板固定,限位块上设置有可拆卸的限位杆,锤体下部设置有弹性锤头。

5.根据权利要求4所述的水稳基层压实度快速测定仪,其特征在于所述的弹性锤头的几何形状为半球形,半球形直径为80～90mm。

6.根据权利要求4所述的水稳基层压实度快速测定仪,其特征在于所述的导向筒的两侧对称加工有滑槽,限位杆可在滑槽内滑行。

7.根据权利要求1所述的水稳基层压实度快速测定仪,其特征在于所述的顶板由顶板上层板和顶板下层板连为一体构成,顶板下层板和顶板上层板的中心位置加工有顶板通孔,顶板通孔的孔径与导向筒的外径相适应。

8.根据权利要求1所述的水稳基层压实度快速测定仪,其特征在于所述的底板由底板上层板和底板下层板连为一体构成,顶板上层板中心加工有上层板中心孔,上层板中心孔的孔径与导向筒的外径相适应,底板下层板上加工有垫片槽,垫片安装在垫片槽内;所述的垫片槽的一端为半圆形槽、另一端为矩形槽,半圆形槽的直径与垫片的直径相适应,矩形槽的宽度与垫片的半径相适应。

9.根据权利要求8所述的水稳基层压实度快速测定仪,其特征在于所述的垫片为圆形橡胶垫片或者圆形橡胶尼龙复合垫片。

10.根据权利要求1所述的水稳基层压实度快速测定仪,其特征在于所述的纵杆上设置有把手,顶板上设置有推拉杆。

水稳基层压实度快速测定仪

技术领域

[0001] 本发明属于道路、铁路或桥梁建筑装置或设备技术领域，具体涉及到一种公路路面水稳基层压实度快速测定仪及测定方法。

背景技术

[0002] 路面基层的压实度是确保路面使用性能的关键，亦是道路施工质量的重要指标。目前用于水稳基层的压实度检测方法可分为有损检测与无损检测。

[0003] 有损检测包括灌砂法与灌水法等，这类检测方法需要在待测路基路面上挖坑至碾压层底、称挖取试样的质量、测量试样含水率和体积，计算湿密度，由计算出的湿密度换算得到干密度，最后计算得到路基路面填筑材料的实际压实度。虽然原理简单，但操作过程较为繁琐，检测速度慢，风雨以及施工机械都会对试验造成干扰，影响试验结果。

[0004] 无损检测包括核子密度仪法、瑞雷波法、机载式压实度检测等，上述方法可快速测定填筑材料的压实度。核子密度仪具有放射性、价格昂贵，且水稳基层材料不均匀、离散型大，核子密度仪并不适用。瑞雷波法是根据介质密实度与在介质中瑞雷波波速的关系求取压实度，该方法精准、快速但其击振设备和整机较为笨重，不利于提高效率。机载式压实度检测是根据振动压路机某项参数的变化判定土体压实度的变化，该方法属于定性测量，且由于压路机影响深度大，所测结果不能完全代表所铺筑层压实度状况。

[0005] 由于无损检测的方法存在局限性，目前施工方主要使用的是灌砂法来检测压实度，而水稳基层加水拌合后不断硬化，对压实度检测有着时间上的要求，以求及时掌握水稳基层压实度信息而进行针对性处理，并且挖坑处亦容易引起早期道路损坏，因此，缺少一种合适的方法对水稳基层进行快速、无损的压实度检测方法。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题在于克服上述现有技术的不足，提供一种设计合理、结构简单、可快速进行、无损的水稳基层压实度快速测定仪。

[0007] 解决上述技术问题采用的技术方案是：在底板上表面左右对称设置有2 根纵杆，纵杆的顶端设置有顶板，顶板与底板之间设置有导向筒，导向筒前侧设置有导向板，导向板上设置有限位孔，限位机构通过限位孔设置在导向板上，落锤设置在导向筒内且落锤的上部与限位机构相接触，纵杆的下部设置有安装移动车轮的车轮架。

[0008] 本发明的导向板为U型板，U型板的底部和侧壁上均加工有限位孔。

[0009] 本发明的限位机构为：U型固定架上设置有与导向板上的限位孔相适应的安装孔，U型固定架的内侧壁上对称设置有矩形槽，矩形槽内安装有挡板，U型固定架的外底部设置有弹簧安装板，弹簧安装板的两端均设置有弹簧，弹簧的一端通过绳索与挡板相连接、另一端固定在拉手固定板上，拉手固定板上设置有拉手。

[0010] 本发明的落锤为：锤体上表面中部设置有拉杆，锤体上表面拉杆两侧设置有固定杆，配重块穿过固定杆设置在锤体上，拉杆上端设置有限位块，限位块顶部设置有安装槽，

加速度传感器设置在安装槽内并通过安装在限位块顶部的固定板固定，限位块上设置有可拆卸的限位杆，锤体下部设置有弹性锤头。

[0011] 本发明的弹性锤头的几何形状为半球形，半球形直径为80～90mm。

[0012] 本发明的导向筒的两侧对称加工有滑槽，限位杆可在滑槽内滑行。

[0013] 本发明的顶板由顶板上层板和顶板下层板连为一体构成，顶板下层板和顶板上层板的中心位置加工有顶板通孔，顶板通孔的孔径与导向筒的外径相适应。

[0014] 本发明的底板由底板上层板和底板下层板连为一体构成，顶板上层板中心加工有上层板中心孔，上层板中心孔的孔径与导向筒的外径相适应，底板下层板上加工有垫片槽，垫片安装在垫片槽内；所述的垫片槽的一端为半圆形槽、另一端为矩形槽，半圆形槽的直径与垫片的直径相适应，矩形槽的宽度与垫片的半径相适应。

[0015] 本发明的垫片为圆形橡胶垫片或者圆形橡胶尼龙复合垫片。

[0016] 本发明的纵杆上设置有把手，顶板上设置有推拉杆。

[0017] 本发明相比于现有技术具有以下优点：

[0018] 1、检测装置更为便捷，数据处理系统集中在一个箱体内，使得操作系统更加节省空间、操作更为方便。

[0019] 2、本发明的限位机构使得操作者不必手动将落锤维持在一定高度，减轻了操作者的负担。

[0020] 3、本发明采用配重块实现所需要的落锤重量，并且配重块为半圆形结构，安装拆卸更为方便，落锤的重量只需要增加或者减少配重块，控制更为灵活。

[0021] 4、缩小了导向筒的内径和落锤的外径，减小了落锤底部的曲率，落锤下落状态更为稳定，保障了测试结果的稳定性。

[0022] 5、导向板上设置有限位孔，用螺纹紧固连接件将限位机构固定在所需的高度，限位机构的这种设置方式使得落锤的落距可有效控制。

[0023] 6、本发明采用时域处理方法进行数据处理，尽可能多地提取反映冲击响应加速度特性和冲击能量传播规律的有用信息，并找出其规律性。

附图说明

[0024] 图1是本发明一个实施例的结构示意图。

[0025] 图2是图1的左视图。

[0026] 图3是图2的俯视图。

[0027] 图4是本发明落锤的结构示意。

[0028] 图5是本发明的使用状态图。

[0029] 图6是图1中限位机构的结构示意图。

[0030] 图7是图1中顶板6的结构示意图。

[0031] 图8是底板上层板10-1的结构示意图。

[0032] 图9是底板下层板10-2的结构示意图。

[0033] 图10采用不同垫片时对不同压实度的骨架密实型水泥稳定碎石的测试结果。

[0034] 图11采用不同垫片时对不同压实度的悬浮密实型水泥稳定碎石的测试结果。

[0035] 图12是本发明冲击响应信号的分析流程图。

[0036] 图13是本发明冲击振动加速度响应信号随时间变化的关系图。

[0037] 图中：1、移动车轮；2、纵杆；3、把手；4、导向板；5、推拉杆；6、顶板；7、限位机构；8、导向筒；9、车轮架；10、底板；11、垫片；12、限位杆；13、固定板；14、限位块；15、配重块；16、固定杆；17、锤体； 18、弹性锤头；19、拉杆；6-1、顶板上层板；6-2、顶板下层板；7-1、U型固定架；7-2、绳索；7-3、挡板；7-4、弹簧安装板；7-5、弹簧；7-6、拉手固定板；7-7、拉手；10-1、底板上层板；10-2、底板下层板；a、限位孔；b、安装槽；c、安装孔；d、顶板通孔；e、上层板中心孔；f、垫片槽。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步详细说明，但本发明不限于这些实施例。

[0039] 实施例1

[0040] 在图1～9中，本发明水稳基层压实度快速测定仪，在底板10上表面左右对称焊接固定有2根纵杆2，纵杆2的顶端焊接固定有顶板6，本实施例的顶板6由顶板上层板6-1、顶板下层板6-2连为一体构成，顶板下层板6-2 和顶板上层板6-1的中心位置加工有顶板通孔d，顶板通孔d的孔径与导向筒8的外径相适应，底板10由底板上层板10-1和底板下层板10-2连为一体构成，顶板上层板10-1中心加工有上层板中心孔e，上层板中心孔e的孔径与导向筒8的外径相适应，底板下层板10-2上加工有垫片槽f，本实施例的垫片槽f的一端为半圆形槽、另一端为矩形槽，半圆形槽的直径与垫片11 的直径相适应，矩形槽的宽度与垫片11的半径相适应，垫片11安装在垫片槽f内，进一步地，垫片11为圆形垫片，本发明的垫片11可以采用圆形橡胶垫片也可以采用圆形橡胶尼龙复合垫片。顶板6与底板10之间焊接固定有导向筒8，导向筒8的两侧对称加工有滑槽，限位杆12可在滑槽内滑行。导向筒8前侧焊接固定有导向板4，进一步地，本实施例的导向板4为U型板，U型板的底部和侧壁上均加工有限位孔a，限位机构7通过限位孔a用螺纹紧固连接件固定连接安装在导向板4上，落锤安装在导向筒8内且限位杆12与限位机构7相接触，纵杆2的下部焊接有安装移动车轮1的车轮架9，纵杆2上焊接有把手3，顶板6上焊接有推拉杆5，把手3和推拉杆5为操作者移动和使用本装置提供方便。

[0041] 本实施的限位机构由U型固定架7-1、绳索7-2、挡板7-3、弹簧安装板 7-4、弹簧7-5、拉手固定板7-6、拉手7-7连接构成，U型固定架7-1上加工有与导向板4上的限位孔a相适应的安装孔c，U型固定架7-1用螺纹紧固连接件固定连接安装在导向板4上，U型固定架7-1的内侧壁上对称加工有矩形槽，矩形槽内安装有挡板7-3，挡板7-3可在矩形槽内来回滑动，U 型固定架7-1的外底部安装有弹簧安装板7-4，弹簧安装板7-4的两端均安装有弹簧7-5，弹簧7-5的一端通过绳索7-2与挡板7-3相连接、另一端固定在拉手固定板7-6上，拉手固定板7-6上安装有拉手7-7，使用时落锤的限位杆12放置在挡板7-3上，操作者拉动拉手7-7使挡板7-3在弹簧7-5 的拉力作用下向内侧移动，限位杆12与挡板7-3脱离，落锤在重力作用下落下。

[0042] 本实施例的落锤由限位杆12、固定板13、限位块14、配重块15、固定杆16、锤体17、弹性锤头18、拉杆19连接构成，锤体17上表面中部焊接固定有拉杆19，锤体17上表面拉杆两侧焊接有固定杆16，配重块15可根据需要穿过固定杆16放置在锤体17上，配重块15设计成

半圆形结构，方便安装和拆卸，拉杆19上端固定有限位块14，限位块14顶部加工有安装槽b，加速度传感器安装在安装槽b内并通过安装在限位块14顶部的固定板13 固定，加速度传感器通过数据线与数据处理系统连接，为了节省空间本发明的数据处理系统集中设置在一个箱体内，限位块14上安装有可拆卸的限位杆12，锤体17下部安装有弹性锤头18，本发明的弹性锤头18几何形状为半球形，半球形直径为80mm或者90mm。

[0043] 使用上述水稳基层压实度快速测定仪测定路面压实度的方法步骤如下：

[0044] 1)将推车移动到待测路面。

[0045] 2)在顶板6的圆形通孔中放入落锤，用螺纹紧固连接件将限位机构7固定在所需高度，放置加速度传感器，连接好线路。

[0046] 3)握紧拉手7-7，挡板7-3缩进，落锤沿着导向筒8下落至地面上的垫片11并向上反弹，数据处理箱得到加速度最大值x。

[0047] 4)提起落锤的限位杆12，同时握紧拉手7-7，挡板7-3缩进，将落锤提升至限位机构7的上方，松开拉手7-7，挡板7-3复位，固定落锤。

[0048] 5)重复步骤3)和步骤4)3次得到3个加速度值x，求加速度均值x

[0049] $$\bar{x}=\frac{\sum_1^3 x}{3}$$

[0050] 6)在该待测路面用灌砂法(耗时长，有损)测得路面的压实度K_i。

[0051] 7)将水稳基层压实度快速测定仪移动到下一待测路面。

[0052] 8)重复步骤2～7，检测下一待测路面的压实度K_i，从而获取一系列的$(K_1, \bar{x}_1)$，$(K_2, \bar{x}_2)$……$(K_{n+1}, \bar{x}_{n+1})$，建立压实度K_i和加速度均值$\bar{x}_i$的插值关系公式：$K=\sum_{i-0}^{n} K_i b_i$ i=0,1,2.....n

[0053] 其中，n为插值函数次数，n+1为对水稳基层标定的次数。

[0054] $$b_i=\frac{w_{n+1}(\bar{x})}{(\bar{x}-\bar{x}_i)\left[w_{n+1}(\bar{x}_i)\right]'}$$

[0055] $$w_{n+1}(\bar{x})=\prod_{i=0}^{n}(\bar{x}-\bar{x}_i)$$

[0056] 9)经过步骤1～8中的压实度K和加速度均值x的标定后，即可通过步骤1～5来由数据处理箱获取的加速度均值x计算待测路面的压实度K(不需再用灌砂法)。

[0057] 以下为采用本发明的装置进行实验的实验结果。

[0058] 采用4种直径均为12cm，厚度分别为5mm、10mm、15mm的橡胶垫片和 5mm橡胶垫片+5mm尼龙复合垫片，复合垫片采用胶水粘结，分别命名为DP- 1、DP-2、DP-3、DP-4，每一种垫片对应一组试件，每组试件包含6个试件，试件的压实度分别为93％、94％、95％、96％、97％和98％，垫片放置于垫片槽内，使之处于导向筒和试件之间。

[0059] 表1 采用不同垫片时对不同压实度的骨架密实型水泥稳定碎石的测试结果

[0060]

垫片	压实度（%）	加速度峰值（g）			加速度均值（g）	标准差	标准差系数	标准差系数均值	相关系数
		1	2	3					
DP-1	93	142	157	178	159.000	18.083	0.114	0.107	0.525
	94	182	216	216	204.667	19.630	0.096		
	95	154	180	196	176.667	21.197	0.120		
	96	150	180	205	178.333	27.538	0.154		
	97	170	191	203	188.000	16.703	0.089		
	98	186	211	211	202.667	14.434	0.071		
DP-2	93	115	135	147	132.333	16.166	0.122	0.104	0.856
	94	103	118	121	114.000	9.644	0.085		
	95	121	136	140	132.333	10.017	0.076		
	96	132	153	165	150.000	16.703	0.111		
	97	137	175	153	155.000	19.079	0.123		
	98	162	142	176	160.000	17.088	0.107		
DP-3	93	121	129	140	130.000	9.539	0.073	0.073	0.796
	94	142	125	123	130.000	10.440	0.080		
	95	109	126	140	125.000	15.524	0.124		
	96	129	144	148	140.333	10.017	0.071		
	97	127	141	141	136.333	8.083	0.059		
	98	149	157	158	154.667	4.933	0.032		
DP-4	93	145	153	170	156.000	12.767	0.082	0.065	0.947
	94	144	159	169	157.333	12.583	0.080		
	95	149	160	163	157.333	7.371	0.047		

[0061]

	96	163	171	176	170.000	6.557	0.039		
	97	166	174	182	174.000	8.000	0.046		
	98	157	190	184	177.000	17.578	0.099		

[0062] 由图10和表1可以看出，垫片的类型对测试结果影响很大，与其他垫片相比，采用DP-1时，加速度均值和标准差系数均值最大，相关系数最小。较大的标准差系数均值意味着单层橡胶片不能有效地降低水泥稳定碎石的表面不均匀和锤密作用对测试结果的影响。因此，采用DP-1后，加速度均值和压实度之间的相关系数较小。相较于DP-1，DP-2的厚度得到提高，加速度均值和标准差系数均值均降低，相关系数增大。说明垫片厚度的增大可在一定程度上改善水泥稳定碎石的表面不均匀和锤密作用对测试结果的影响程度。然而采用了在DP-2基础上继续增大的DP-3之后，尽管加速度均值和标准差系数均值继续降低，但相关系数降低了。认为是由于垫片厚度的提高降低了检测的灵敏度。尼龙板比橡胶更硬，DP-4是由尼龙板和橡胶符合而成。冲击能量可由上边的尼龙板较为均匀地传递到下方，同时下方的橡胶片可紧密地与水泥稳定碎石表面接触。从而DP-4可使落锤对水泥稳定碎石的冲击由“点冲击”改为“面冲击”，进而使得标准差系数均值的数值最小，较低的标准差系数均值意味着采用DP-4可有效地降低水泥稳定碎石的表面不均匀和锤密作用对测试结果的影响。另外，较大的加速度均值说明采用 DP-4后，检测的灵敏度任然保持在较高水平。因此，采用了DP-4后，加速度均值和水泥稳定碎石的压实度之间的相关性较好。

[0063] 表2 采用不同垫片时对不同压实度的悬浮密实型水泥稳定碎石的测试结果

[0064]

垫片	压实度（%）	加速度峰值（g）			加速度均值（g）	标准差	标准差系数	标准差系数均值	相关系数
		1	2	3					
DP-1	93	140	183	175	166.000	22.869	0.138	0.162	0.033
	94	152	183	196	177.000	22.605	0.128		
	95	139	172	207	172.667	34.005	0.197		
	96	148	205	202	185.000	32.078	0.173		

[0065]

	97	147	183	200	176.667	27.062	0.153		
	98	132	171	191	164.667	30.006	0.182		
DP-2	93	137	166	174	159.000	19.468	0.122	0.094	0.847
	94	142	163	180	161.667	19.035	0.118		
	95	143	175	182	166.667	20.793	0.125		
	96	182	209	191	194.000	13.748	0.071		
	97	171	178	180	176.333	4.726	0.027		
	98	187	218	182	195.667	19.502	0.100		
DP-3	93	136	144	151	143.667	7.506	0.052	0.066	0.836
	94	123	147	154	141.333	16.258	0.115		
	95	150	166	162	159.333	8.327	0.052		
	96	151	160	150	153.667	5.508	0.036		
	97	144	170	168	160.667	14.468	0.090		
	98	152	160	169	160.333	8.505	0.053		
DP-4	93	158	164	166	162.667	4.163	0.026	0.046	0.894
	94	152	145	144	147.000	4.359	0.030		
	95	170	194	175	179.667	12.662	0.070		
	96	196	202	207	201.667	5.508	0.027		
	97	235	235	210	226.667	14.434	0.064		
	98	211	226	202	213.000	12.124	0.057		

[0066] 由图11和表2可以看出，垫片的类型对悬浮密实型水泥稳定碎石的测试结果影响同样很大。采用DP-1时，加速度均值不随试件的压实度增长而增长，两者之间的相关性很弱。较大的标准差系数均值说明单层橡胶片不能有效地降低悬浮密实型水泥稳定碎石的表面不均匀和锤密作用对测试结果的影响。一般而言，悬浮密实型的均匀性要优于骨架密实型。认为对于悬浮密实型水泥稳定碎石，锤密作用对标准差系数均值起着较大的作用。采用了在 DP-1的基础上增大橡胶垫片厚度的DP-2后，垫片的缓冲作用增加，进而使得标准差系

数均值明显下降，并且加速度均值和压实度间的相关系数大幅上升，达到了0.847。继续增大橡胶垫片厚度后，尽管标准差系数均值下降，但同时加速度均值也明显降低，说明增大垫片厚度会降低检测的灵敏度，进而相关系数降低。与对骨架密实型水泥稳定碎石的测试的情况一样，测试时 DP-4上端的尼龙板将落锤的冲击能量由“点冲击”转变为“面冲击”，而DP-4下端的橡胶片与水泥稳定碎石表面紧密接触，尼龙板和橡胶片的结合使得冲击能量较为均匀地传递到下方的水稳试件上，进而有效地降低了悬浮密实型水泥稳定碎石的表面不均匀和锤密作用对测试结果的影响。并且较大的加速度均值表明检测的灵敏度较高。

[0067] 基于试验结果，本发明采用DP-4型垫片，使得检测仪器可粗略地分辨出水泥稳定碎石试件的压实度。

[0068] 本发明的工作原理如下：

[0069] 通过本发明试验测得的冲击响应信号是一种原始资料，它包含了大量的信息，包括有用信号和噪声信号，不是真实的冲击振动信号，与真实的冲击振动信号之间存在一定的差别，为了从这些原始信号中得到冲击响应信号的真实表现，采用图12的分析流程图进行分析，从中提取反映冲击响应加速度特性和冲击能量传播规律的有用信息，并找出其规律性，如图12所示，冲击加速度响应信号先以电压的形式表示，经过模数转换，转换了成数字信号，再将数字信号转入电脑进行预处理，去掉不必要的干扰成分，然后分别进行波形分析或频谱分析，得到相应的结果。

[0070] 本发明采用时域处理方法进行数据处理，冲击振动信号的时域处理又称为冲击信号波形分析，主要是对冲击振动加速度信号在时域上的波形分析处理，是以时间轴t为横坐标，重力加速度A为纵坐标，表示冲击振动加速度响应信号(以重力加速度g为单位)随时间变化的关系，如图13所示，△t＝c-a表示落锤与水稳碎石混合料碰撞的时间，当密实度高时，△t较短，峰值b越大；密实度越小，冲击信号峰值越小，△t越长。由碰撞规律可知，在a前和c后的信号为干扰信号，可采用采集仪自带软件截取有效冲击波形abc段进行信号分析。本发明的时域分析方法从加速度信号中提取出加速度峰值，考虑到数据的离散性，根据数理统计原理计算峰值的代表值。冲击振动响应代表值是具有一定置信区间的，比平均值更能反映出一组数据中最有可能振动幅值。具体计算方法如下式：

[0071] $$A=\overline{A}-t_{\alpha}S/\sqrt{n}$$

[0072] 其中，A表示一组检测数据的加速度代表值，A表示算数平均值，n为数据个数；t_a为分布表中随自由度和保证率变化的系数，对于高等级公路置信区间取99％，其他等级公路取值为95％，本试验中以每5个数据为一组，因此查表可得此时的保证率系数为1.6449；S为标准差，表示加速度信号的离散程度，令A_i表示信号幅值，代表值的标准差计算公式为：

[0073] $$S=\sqrt{\frac{\sum\left(A_i-\overline{A}\right)^2}{n-1}}$$

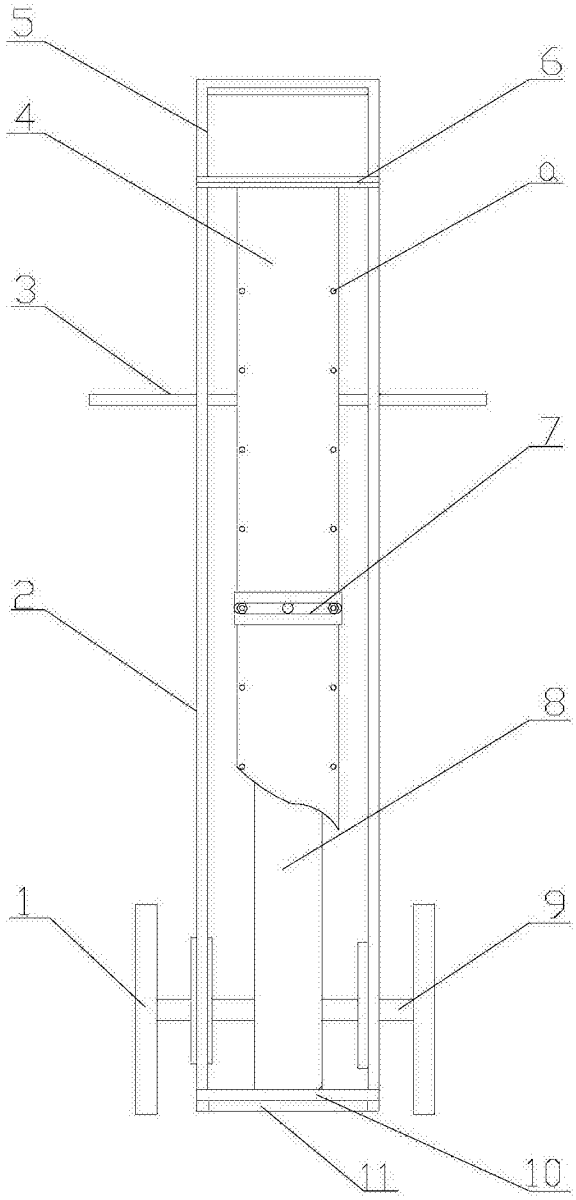


图1

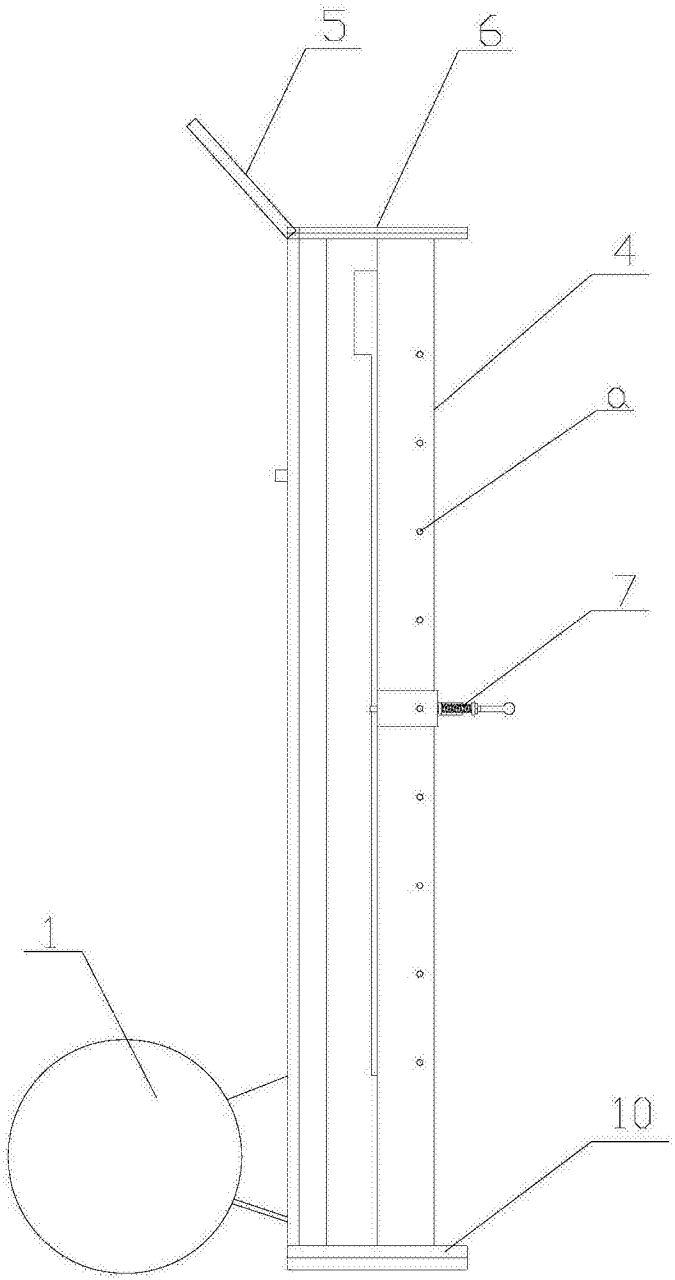


图2

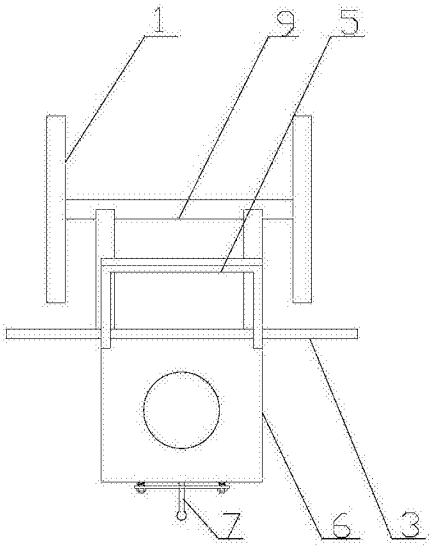


图3

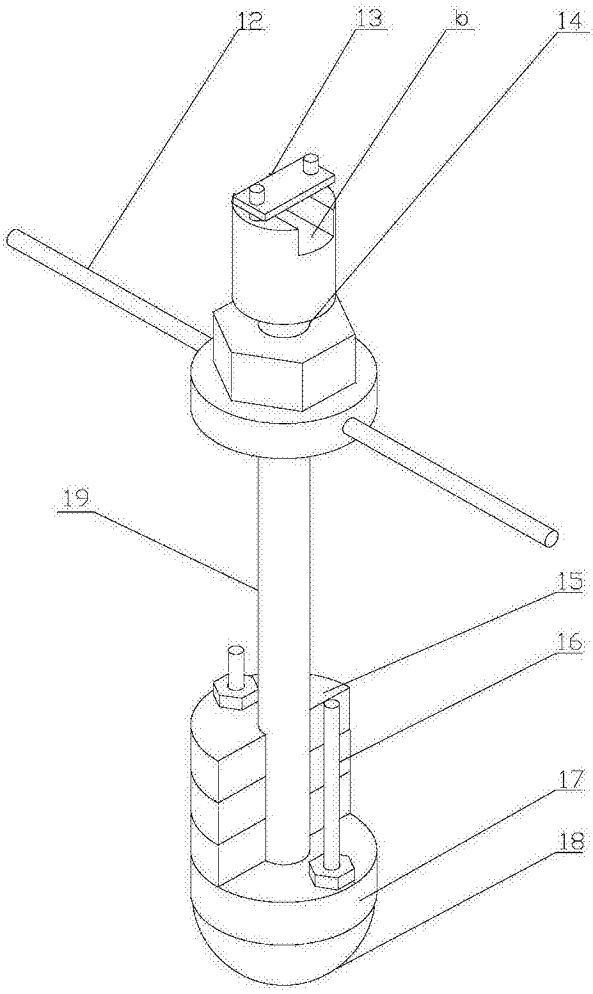


图4

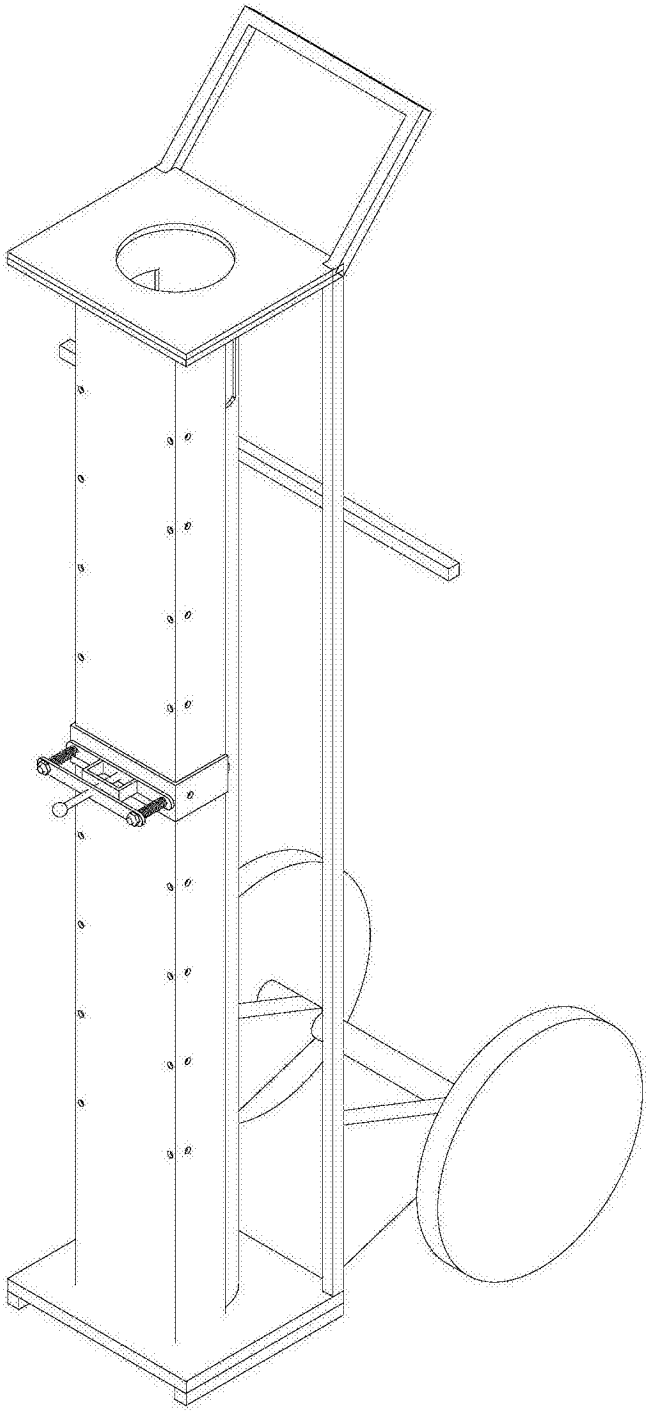


图5

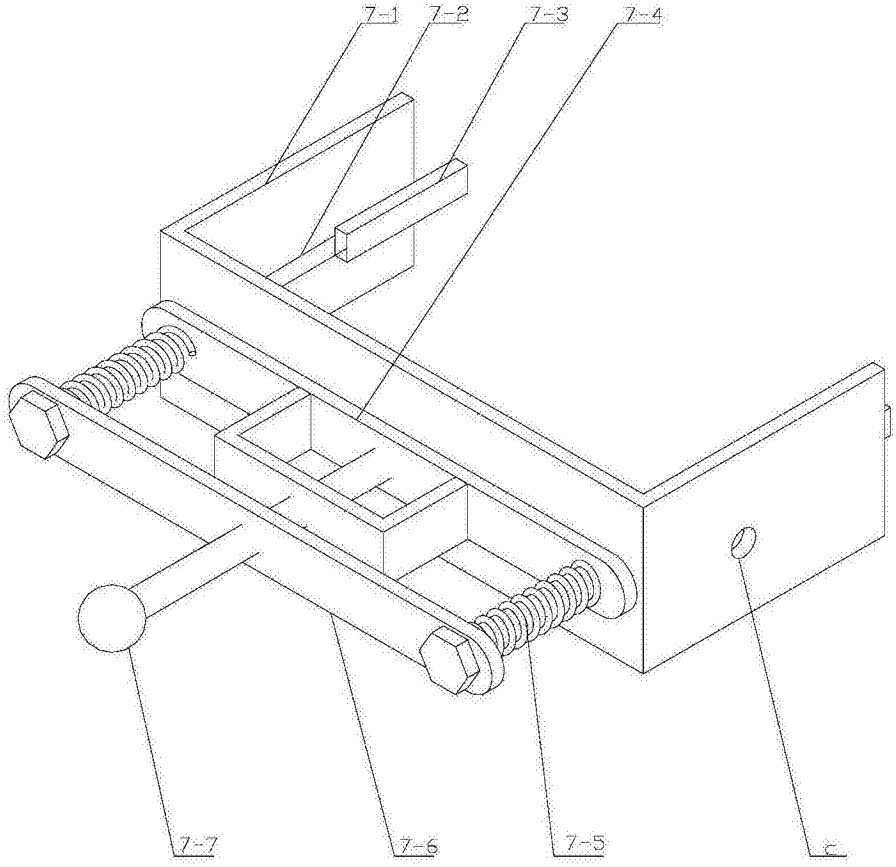


图6

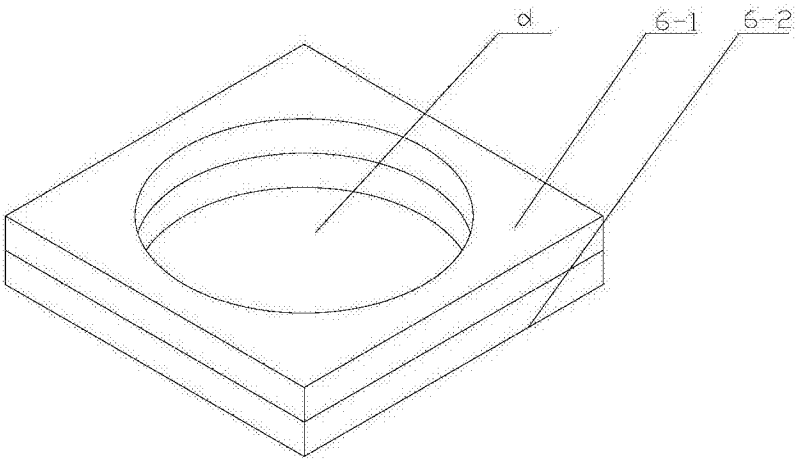


图7

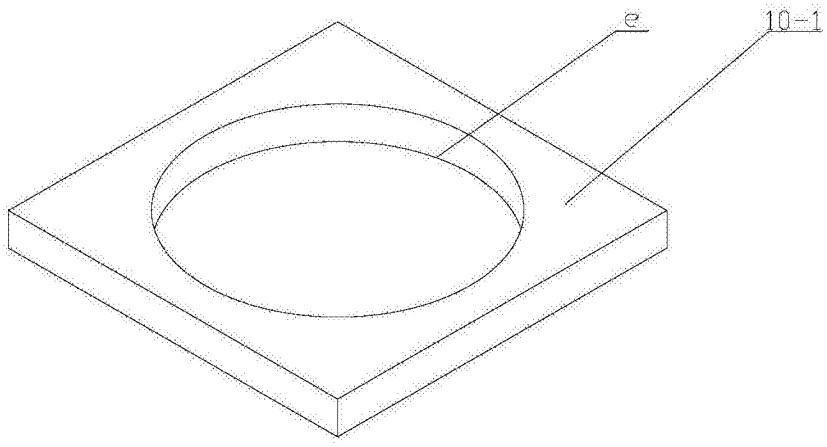


图8

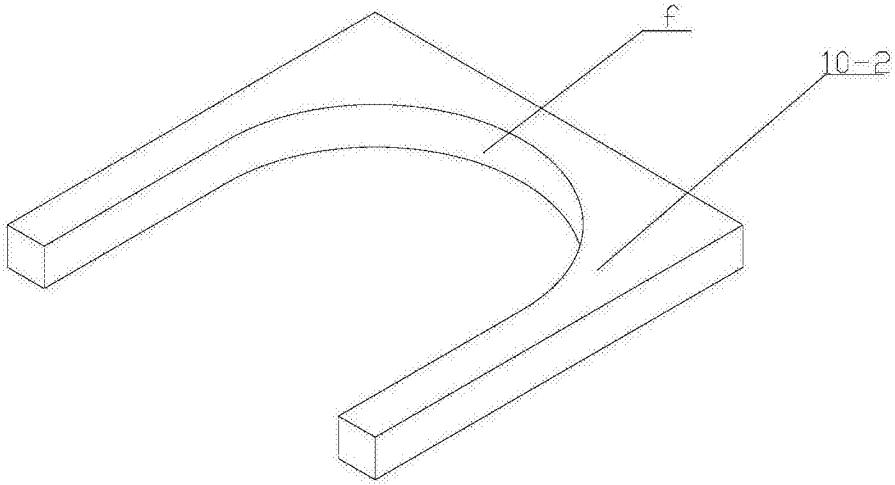


图9

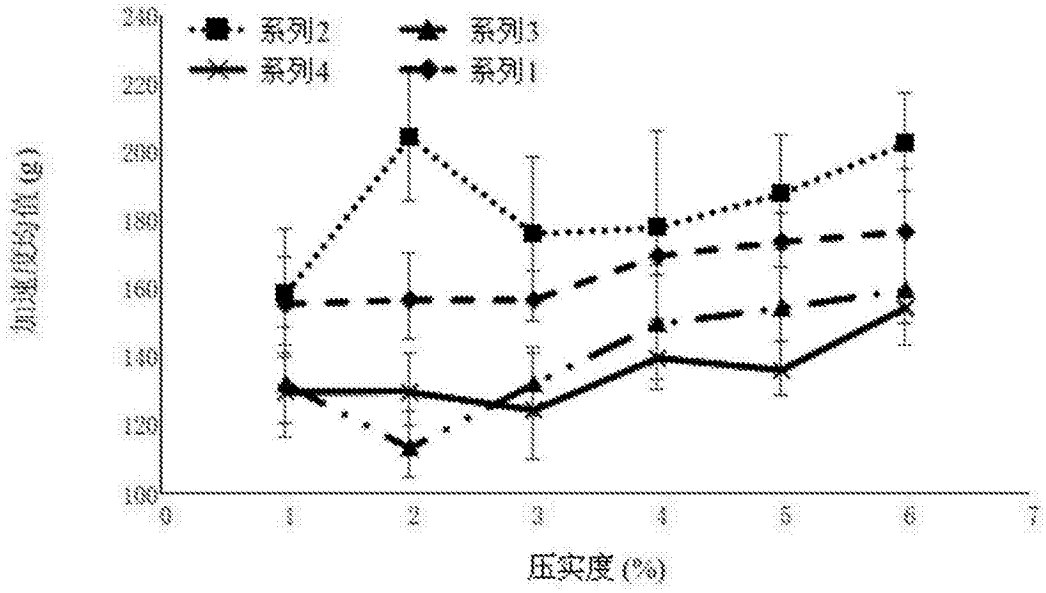

系列2
系列3
系列4
系列1
240
220
200
180
160
140
120
100
0
1
2
3
4
5
6
7
压实度(%)

图10

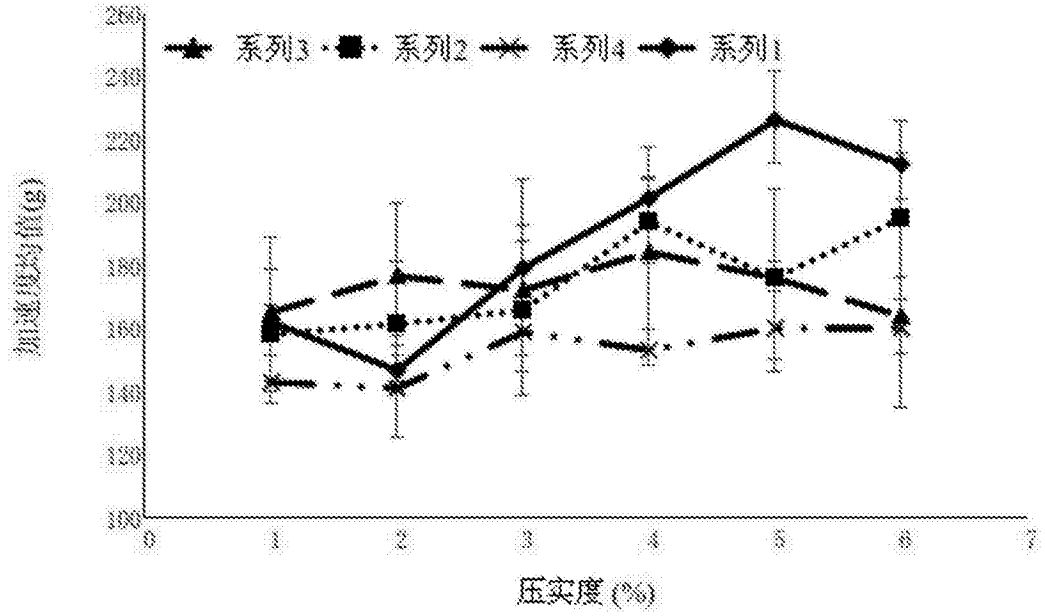

系列3
系列2
系列4
系列1
260
240
220
200
180
160
140
120
100
0
1
2
3
4
5
6
7
压实度(%)

图11

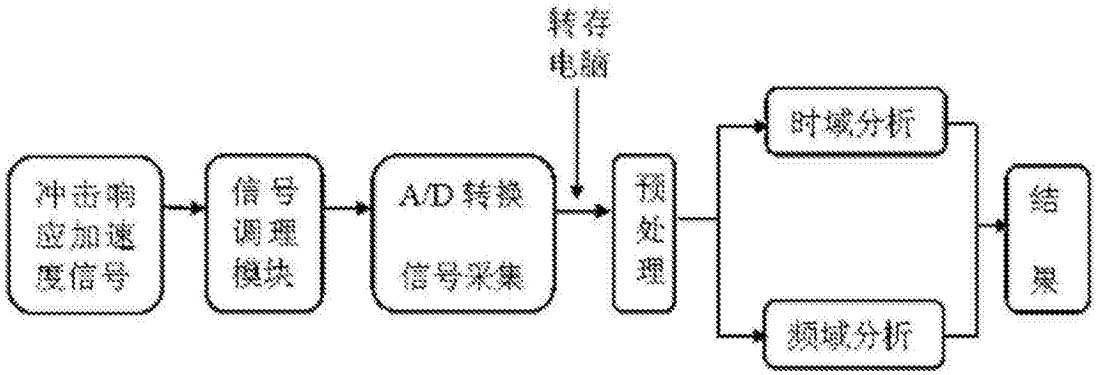

转存
电脑
冲击响
应加速
度信号
信号
调理
模块
A/D转换
信号采集
预
处
理
时域分析
频域分析
结
果

图12

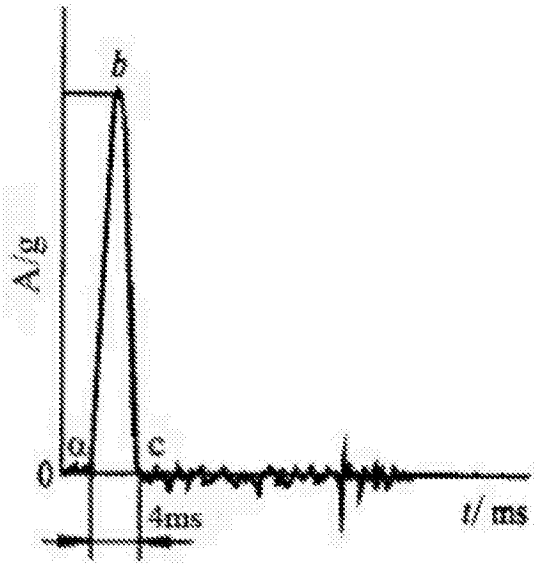

b
A/g
0
a
c
4ms
t/ ms

图13