



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105370078 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201510656829. 1

(22) 申请日 2015. 10. 13

(71) 申请人 兰州理工大学

地址 730050 甘肃省兰州市兰工坪 287 号

(72) 发明人 程选生 景伟 冯欢 陈佳  
巩利军 雷雳坤 张小燕 李国亮  
马亮 李德 陈文俊 刘鑫

(74) 专利代理机构 兰州振华专利代理有限责任  
公司 62102

代理人 董斌

(51) Int. Cl.

E04H 7/02(2006. 01)

E04B 1/98(2006. 01)

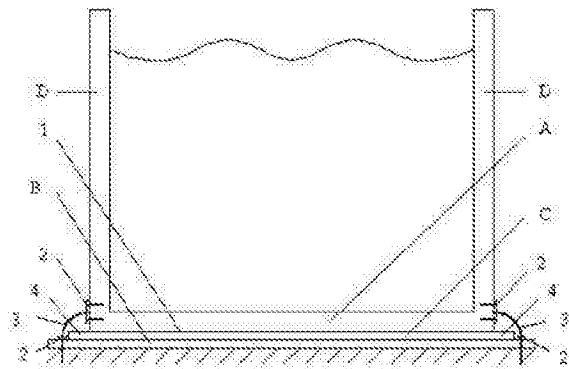
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

带钢棒限位装置的储液池滑移减震方法

(57) 摘要

带钢棒限位装置的储液池滑移减震方法,其步骤为:(1)在储液池底板 A 和底部垫板 B 之间铺设滑移隔震层 C,隔震材料为砂子、废弃玻璃、新型滑移材料;(2)在储液池底板 A 和隔震层 C 之间形成滑移面 1,确保地震作用较大时结构能做近似刚体平动;(3)设计施工环节,在储液池壁板和底部垫板设置预埋件 2;(4)在储液池壁板 D 和底部垫板 B 的转角处,安装圆弧形钢棒限位装置 3,钢棒与壁板和垫板通过预埋件 2 采用螺栓或焊接进行连接;(5)滑移隔震层突出壁板边缘的尺寸 4 应综合结构在地震下的滑移量确定;(6)自复位能力通过调整圆弧形钢棒的参数以及布置间隔来控制。



1. 带钢棒限位装置的储液池滑移减震方法,其特征在于,其步骤为:

(1) 在储液池底板(A)和底部垫板(B)之间铺设隔震层(C),隔震材料为砂子、废弃玻璃、滑移材料;

(2) 在储液池底板(A)和隔震层(C)之间形成滑移面(1),储液池底板(A)与隔震层(C)之间的摩擦力理想化为库伦摩擦力,合理的摩擦滑移系数由下式控制:

$$\left| \sum_{i=1}^n m_i (\ddot{x}_i + \ddot{x}_g) \right| > |f|$$

$$f = -\mu F_N \operatorname{sgn}(\dot{x})$$

$$F_N = g \sum_{i=1}^n m_i$$

式中: $m_i$ —第*i*个质点的质量;

$\ddot{x}_i$ —第*i*个质点相对于地面的加速度;

$\ddot{x}_g$ —地震加速度;

$f$ —库伦摩擦力;

$\mu$ —摩擦系数;

$\operatorname{sgn}(\dot{x})$ —符号函数;

$g$ —重力加速度;

$F_N$ —法向压力;

(3) 设计施工环节,在储液池壁板(D)和底部垫板(B)设置预埋件(2);

(4) 在储液池壁板(D)和底部垫板(B)的转角处,安装圆弧形钢棒限位装置(3),钢棒与壁板和垫板通过采用螺栓或焊接和预埋件(2)进行连接;

(5) 滑移隔震层突出储液池壁板边缘的长度(4)大于或等于结构在设防地震作用下的最大滑移量;

(6) 自复位能力通过调整圆弧形钢棒的参数以及布置间隔来控制。

## 带钢棒限位装置的储液池滑移减震方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及带钢棒限位装置的储液池滑移减震技术。

### 背景技术

[0002] 随着国民经济的快速发展,储液结构已经朝着大量化和大型化的方向发展。传统储液结构仅靠自身抗震,在地震作用下极易产生较大的裂缝,而储液结构由于自身的特殊性,对于裂缝的控制相比于其他结构有更高的要求,因为液体渗露或流出不仅对结构本身有较大的影响,而且会造成环境污染、火灾等次生灾害,更甚者会威胁人民的生命安全。因此针对于储液结构的特殊性,有必要研究有效的新型减震技术。目前关于储液结构的减震更多地集中在设置橡胶层,采用滑移减震相对来说很少。虽然在储液结构底部设置橡胶层或滑移层能够减小结构地震响应,但其存在着如下不足:

- (1) 由于储液结构底板面积一般较大,橡胶隔震层所需材料量大;
- (2) 为了满足经济型要求,往往在储液结构底部单纯使用整片的橡胶隔震层,使得其能提供的恢复力小,储液结构地震后残余位移较大;
- (3) 橡胶隔震层所用材料单一,不能因地制宜地利用现有材料,在一些农村水利设施中不利于推广;
- (4) 单纯滑移隔震层在大震时,滑移量有可能会过大,且其自复位能力差。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种带钢棒限位装置的储液池滑移减震方法。

[0004] 本带钢棒限位装置的储液池滑移减震方法,其特征在于,其步骤为:

- (1) 在储液池底板 A 和底部垫板 B 之间铺设隔震层 C,隔震材料为砂子、废弃玻璃、滑移材料;
- (2) 在储液池底板 A 和隔震层 C 之间形成滑移面 1,储液池底板 A 与隔震层 C 之间的摩擦力理想化为库伦摩擦力,合理的摩擦滑移系数由下式控制:

$$\left| \sum_{i=1}^n m_i (\ddot{x}_i + \ddot{x}_g) \right| > |\eta|$$

$$f = -\mu F_N \operatorname{sgn}(\dot{x})$$

$$F_N = g \sum_{i=1}^n m_i$$

式中: $m_i$ —第  $i$  个质点的质量;

$\ddot{x}_i$ —第  $i$  个质点相对于地面的加速度;

$\ddot{x}_g$ —地震加速度；

$f$ —库伦摩擦力；

$\mu$ —摩擦系数；

$\text{sgn}(\dot{x})$ —符号函数；

$g$ —重力加速度；

$F_N$ —法向压力；

(3) 设计施工环节,在储液池壁板 D 和底部垫板 B 设置预埋件 2；

(4) 在储液池壁板 D 和底部垫板 B 的转角处,安装圆弧形钢棒限位装置 3,钢棒与壁板和垫板通过采用螺栓或焊接和预埋件 2 进行连接；

(5) 滑移隔震层突出储液池壁板边缘的长度 4 大于或等于结构在设防地震作用下的最大滑移量；

(6) 自复位能力通过调整圆弧形钢棒的参数以及布置间隔来控制。

[0005] 本发明的有益效果是:所述的储液结构混合减震新技术,通过其独特的构造特点,解决了以往储液结构抗震防线少和鲁棒性低,结构安全性能差的问题;解决了滑移减震储液结构滑移量过大引起附属管线开裂而导致液体泄露问题;解决了单纯滑移隔震结构恢复力小而残余位移过大问题。这种储液结构的混合减震新技术,减灾概念明确,且结构安全性能高,隔震和限位材料取材容易,有助于推广应用,有助于确保生命线工程在地震灾害后的正常使用。

## 附图说明

[0006] 图 1 是储液结构摩擦-限位混合减震原理图,图 2 是储液结构摩擦-限位混合减震构造图。

## 具体实施方式

[0007] 如图 1、图 2 所示,本发明的带钢棒限位装置的储液池滑移减震方法,其步骤为:

(1) 在储液池底板 A 和底部垫板 B 之间铺设隔震层 C,隔震材料为砂子、废弃玻璃、滑移材料;

(2) 在储液池底板 A 和隔震层 C 之间形成滑移面 1,储液池底板 A 与隔震层 C 之间的摩擦力理想化为库伦摩擦力,合理的摩擦滑移系数由下式控制:

$$\left| \sum_{i=1}^n m_i (\ddot{x}_i + \ddot{x}_g) \right| > |f|$$

$$f = -\mu F_N \text{sgn}(\dot{x})$$

$$F_N = g \sum_{i=1}^n m_i$$

$\ddot{x}_i$  式中:  $m_i$ —第  $i$  个质点的质量;

$x_i$ —第  $i$  个质点相对于地面的加速度；

$x_g$ —地震加速度；

$f$ —库伦摩擦力；

$\mu$ —摩擦系数；

$\text{sgn}(x)$ —符号函数；

$g$ —重力加速度；

$F_N$ —法向压力；

(3) 设计施工环节,在储液池壁板 D 和底部垫板 B 设置预埋件 2；

(4) 在储液池壁板 D 和底部垫板 B 的转角处,安装圆弧形钢棒限位装置 3,钢棒与壁板和垫板通过采用螺栓或焊接和预埋件 2 进行连接；

(5) 滑移隔震层突出储液池壁板边缘的长度 4 大于或等于结构在设防地震作用下的最大滑移量；

(6) 自复位能力通过调整圆弧形钢棒的参数以及布置间隔来控制。

[0008] 设置摩擦滑移隔震层使上部结构在地震作用较大时能够产生近似刚体平动,避免裂缝的产生,确保储液结构的正常使用。为了防止储液池之间相连管线由于滑移位移过大而被撕裂造成液体泄漏,在储液池底部设置圆弧形钢棒限位装置以防止大震作用下产生过大的滑移量,该限位装置同时兼具阻尼耗能和自复位能力。储液池滑移-限位混合减震新技术可因地制宜地选用材料,适用范围广,能在允许的滑移量范围内有效地减小结构的地震响应,抗震鲁棒性好,结构安全性高,自复位能力较强。隔震层材料、摩擦系数和圆弧形钢棒设计参数需要结合各种情况综合考虑。

[0009] 实施例：

对于隔震层摩擦系数的取值要求,可通过将结构简化为多质点模型进行初步估算。

[0010] (1) 假定  $m_1$ 、 $m_2$ 、 $m_3$  和  $m_4$  分别为 54988kN、52659kN、53131kN 和 50541kN,地震加速度取峰值为 0.3g,第  $i$  个质点相对于地面的加速度可假定为 0.1g、0.11g、0.12g 和 0.13g,对于实际工程,可利用数值计算工具得到第  $i$  个质点相对于地面的加速度,在以上数据已知的情况下,可初步预估摩擦系数的取值范围：

$$\mu < \frac{m_1(x_g + x_1) + m_2(x_g + x_1) + m_3(x_g + x_1) + m_4(x_g + x_1)}{(m_1 + m_2 + m_3 + m_4)g} = 0.4 ;$$

(2) 对于典型的储液结构,一般可以简化为三质点模型,假定  $m_1$ 、 $m_2$  和  $m_3$  分别为 417kN、826kN 和 1350kN,地震加速度取峰值为 0.2 g,第  $i$  个质点相对于地面的加速度可假定为 0.08g、0.082g 和 0.083g,对于实际工程,可利用数值计算工具得到第  $i$  个质点相对于地面的加速度,在以上数据已知的情况下,可初步预估摩擦系数的取值范围：

$$\mu < \frac{m_1(x_g + x_1) + m_2(x_g + x_1) + m_3(x_g + x_1)}{(m_1 + m_2 + m_3)g} = 0.28。$$

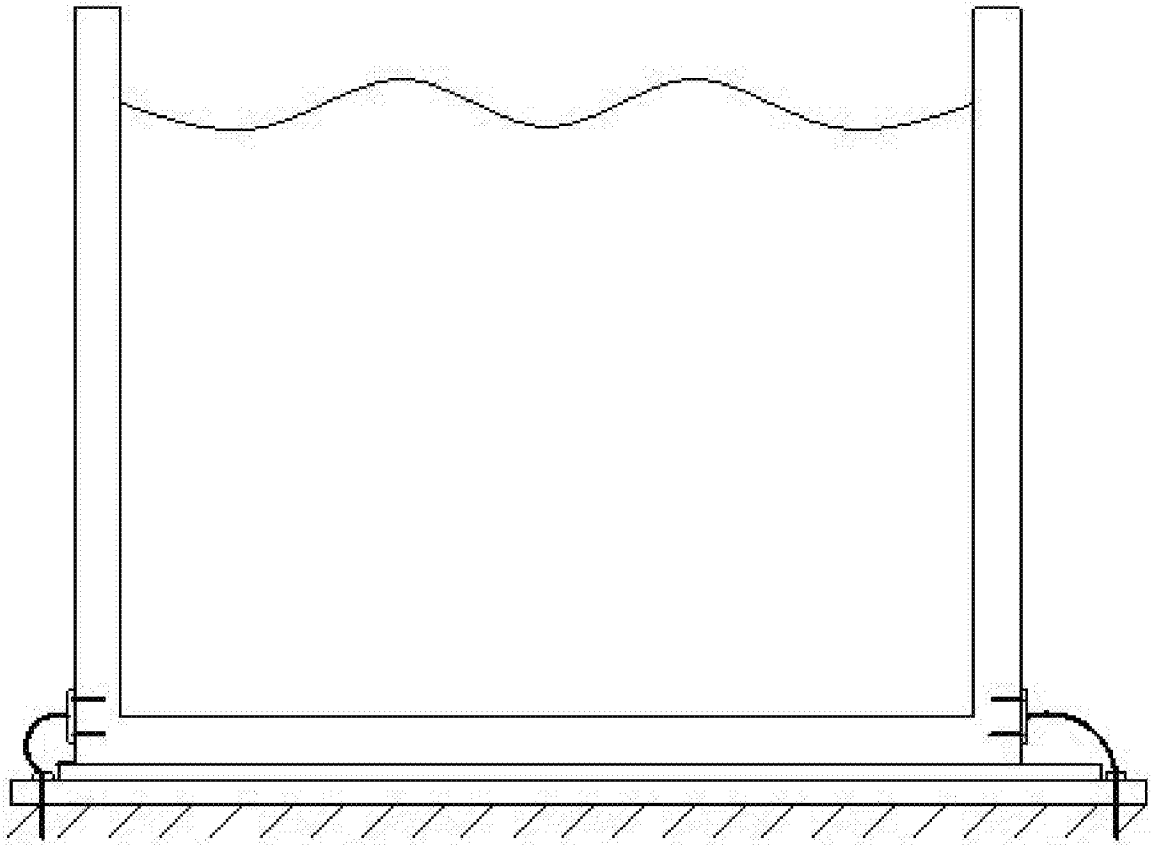


图 1

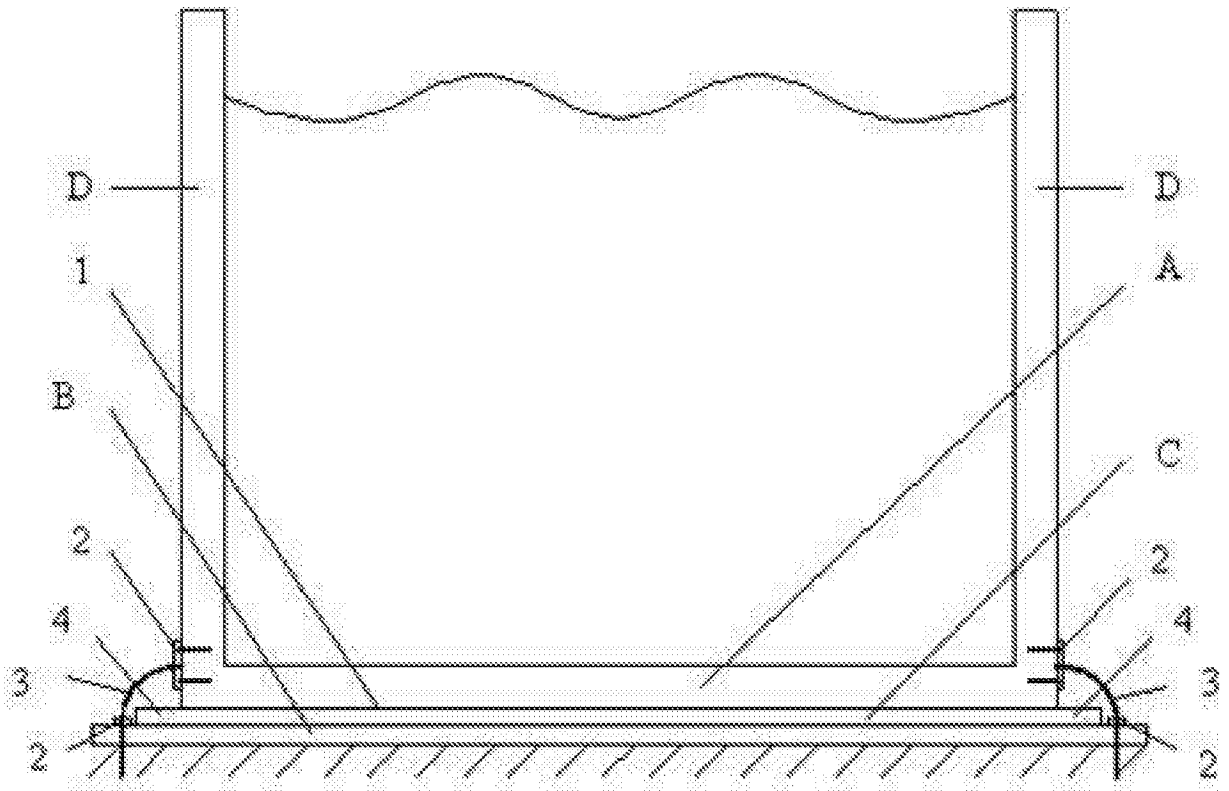


图 2