

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910021960.5

[51] Int. Cl.

*B05B 9/00 (2006.01)*

*B05B 3/00 (2006.01)*

*B05B 15/00 (2006.01)*

*G01N 33/24 (2006.01)*

*G01N 33/00 (2006.01)*

[43] 公开日 2009年9月23日

[11] 公开号 CN 101537398A

[22] 申请日 2009.4.9

[21] 申请号 200910021960.5

[71] 申请人 西北农林科技大学

地址 712100 陕西省西安市杨凌示范区邠城路3号

[72] 发明人 吴普特 赵西宁 王玉宝 黄俊  
牛俊

[74] 专利代理机构 西安恒泰知识产权代理事务所  
代理人 李郑建

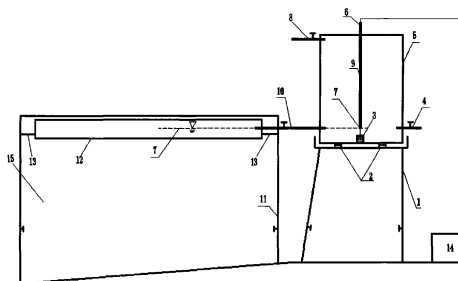
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

## [54] 发明名称

一种人工模拟降雨装置

## [57] 摘要

本发明公开了一种人工模拟降雨装置，该装置包括：一个供水支架和一个降雨支架，供水支架上设有马氏瓶供水箱，马氏瓶供水箱上方设有排气管，在马氏瓶供水箱的底部设有压力传感器，马氏瓶供水箱上方设有通气管，通气管的底部位于雨强-水位标定线上，压力传感器通过通气管内的通讯线与马氏瓶供水箱外部的实时测定、记录雨强的上位机连接；马氏瓶供水箱两侧设有进水管路和出水管路，其中，进水管路用于给马氏瓶供水箱供水，出水管路用于给降雨器供水，降雨器通过连接件设置在所述的降雨器支架上。本发明能适应较大范围的坡度，可调节降雨高度，可调节降雨小区面积大小，能较真实的模拟天然降雨。



1、一种人工模拟降雨装置，其特征在于，该装置包括一个供水支架（1）和一个降雨器支架（11），所述的供水支架（1）上设有马氏瓶供水箱（5），马氏瓶供水箱（5）的底部设有压力传感器（3），马氏瓶供水箱（5）上方设有通气管（6），通气管（6）的底部与降雨器（12）中的“雨强-水位标定线”（7）的高度一致，压力传感器（3）通过通气管（6）内的通讯线（9）与马氏瓶供水箱（5）外部的实时观测、记录雨强的上位机（14）数据通讯；马氏瓶供水箱（5）上方设有排气管（8），马氏瓶供水箱（5）两侧设有进水管路（4）和出水管路（10），其中，进水管路（4）用于给马氏瓶供水箱（5）供水，出水管路（10）用于给降雨器（12）供水，降雨器（12）通过连接件（13）设置在所述的降雨器支架（11）上。

2、如权利要求1所述的人工模拟降雨装置，其特征在于，所述的供水支架（1）与马氏瓶供水箱（5）之间设有高度微调器（2）。

3、如权利要求1所述的人工模拟降雨装置，其特征在于，所述的降雨器（12）上设有振动器（22）。

4、如权利要求1所述的人工模拟降雨装置，其特征在于，所述的连接件（13）上是由底座（31）和支杆（32）组成的半球形连接装置。

5、如权利要求1所述的人工模拟降雨装置，其特征在于，所述的降雨器（12）上附加有交叉的整平装置（25）。

6、如权利要求1所述的人工模拟降雨装置，其特征在于，所述的降雨器支架（11）四周还有防风帘（15）。

7、如权利要求1所述的人工模拟降雨装置，其特征在于，所述的降雨器（12）上排列有多个雨滴发生器（21），所述的雨滴发生器（21）由针头（23）和橡皮塞（24）组成。

8、如权利要求7所述的人工模拟降雨装置，其特征在于，所述的针头

(23) 选择 6<sup>#</sup>、7<sup>#</sup>或 8<sup>#</sup>兽用针头。

9、如权利要求 1 所述的人工模拟降雨装置，其特征在于，所述的供水支架（1）和降雨器支架（11）均可调节。

10、如权利要求 1 所示的人工模拟降雨装置，其特征在于，所述的“雨强-水位标定线”（7）用于保证降雨器（12）中水位的稳定，从而得到均匀性较高的雨强。

## 一种人工模拟降雨装置

### 技术领域

本发明专利涉及一种降雨装置，特别是一种人工模拟降雨装置，该装置可用于坡地，采用马氏瓶原理能较高精度保证雨强的均匀性，并可实时记录雨强。

### 背景技术

水土流失、养分改变、土壤水变化、土壤渗透性能等是我国水土保持科研、试验和监测的重要内容，目前对上述指标的观测主要是坡地降雨中（后）对坡地径流、泥沙、养分和污染物等进行观测，而后对观测数据科学分析，探索表面自然现象后的内部规律。

然而单纯依靠天然降雨来收集所需科研资料则具有很大的局限性。经验表明：单纯利用天然降雨在径流小区开展研究，从获得有代表性的降雨样本，到得出明确的结论一般需要 15~25 年的时间。自然降雨的时空随机性变化剧烈，多数情况下并不能满足实验要求，例如，在干旱半干旱地区，一是年内发生降雨的次数本来就并不多，而在这些降雨中，能够产生径流的降雨就更加稀少，因此单纯依靠自然降雨来获得科研数据的方法并不是十分的有效。

而基于实验室尺度和利用人工模拟降雨方法研究上述内容，具有经济性、便捷性、可控性和重复性等优点，已成为该领域重要技术手段，自 20 世纪 20 年代开始，已经在世界范围内得到广泛运用。使用人工模拟降雨装置可以控制实验进程，缩短实验周期，获得更多的实验数据，利用人工模拟降雨装置进行室内与野外试验已成为水土保持研究的一个重要手段。用人工模拟降雨方法可以加速土壤侵蚀、降雨产流及入渗等试验，避免自然因素的影响，在既定时间内迅速获得试验所需数据，顺利完成计划试验。到目前为

止，研究的人工模拟降雨装置不能够大量生产，还不能真实模拟天然降雨情况。

### 发明内容

本发明的目的在于，在借鉴国内外人工模拟降雨装置的基础上，提供一种人工模拟降雨装置，该装置可用于坡地，并能够实时记录降雨强度，使用方便可靠，成本较低。

为了实现上述任务，本发明采取如下的技术方案：

一种人工模拟降雨装置，其特征在于，该装置包括：一个供水支架和一个降雨支架，所述的供水支架上设有马氏瓶供水箱，马氏瓶供水箱上方设有排气管，在马氏瓶供水箱的底部设有水位压力传感器，马氏瓶供水箱上方设有通气管，通气管的底部位于“雨强-水位标定线”上，传感器通过通气管内的通讯线与外部上位机通过串口连接实时记录马氏瓶变化的水位，通过换算得到实时的雨强；马氏瓶供水箱两侧设有进水管路和出水管路，其中，进水管路用于给马氏瓶供水箱供水，出水管路用于给降雨器供水，降雨器通过连接件设置在所述的降雨器支架上。

本发明的人工模拟降雨装置，能适应较大范围的坡度，可调节降雨高度，可调节降雨小区面积大小，能较真实的模拟天然降雨。

### 附图说明

图 1 是本发明的整体结构示意图；

图 2 是降雨器结构示意图，其中 (a) 是主视图，(b) 是 (a) 的 A-A 剖视图，(c) 是 (b) 的 C 处局部放大图，(d) 是 (a) 的 B 处局部放大图；

图 3 是马氏瓶供水箱结构示意图；其中 (a) 是主视图，(b) 是 (a) 的 C-C 剖视图，(c) 是 (a) 的 D 向局部视图；

图 4 是降雨器在降雨支架连接结构示意图。其中 (a) 是主视图 (局部)，(b) 是 (a) 的俯视图，(c) 是 (a) 的 A 处局部放大图。

以下结合附图对本发明作进一步的详细说明。

## 具体实施方式

### 一、结构设计：

参见附图，本发明的人工模拟降雨装置，包括一个供水支架 1 和一个降雨器支架 11，供水支架 1 上设有马氏瓶供水箱 5，其原理采用物理学中的马氏瓶原理，它能够在保证降雨器 12 水位基本恒定情况下为降雨器 12 供水，这样就保证了雨强较高水平的一致性，在马氏瓶供水箱的底部设有水位压力传感器 3(陕西西安安森智能仪器有限公司生产的：ACS-L 数字液位传感器)，马氏瓶供水箱上方设有通气管，通气管的底部位于“雨强-水位标定线”上，马氏瓶供水箱 5 上方设有通气管 6，通气管 6 的底部位于“雨强-水位标定线”7 上，ACS-L 传感器 3 通过通气管 6 内的通讯线 9 (RS485) 与马氏瓶供水箱 5 外部的实时测定、记录雨强的上位机 14 连通；马氏瓶供水箱 5 上方设有排气管 8，马氏瓶供水箱 5 两侧设有进水管路 4 和出水管路 10，其中，进水管路 4 用于给马氏瓶供水箱 5 供水，出水管路 10 用于给降雨器 12 供水，降雨器 12 通过连接件 13 设置在降雨器支架 11 上。

上述的“雨强-水位标定线”7 是通过降雨器 12 中的水位来率定和换算出来的目标雨强，用于保证降雨器 12 中水位的稳定，从而得到均匀性较高的雨强。通过降雨器 12 内壁上的标签，可以根据雨强大小来给降雨器 12 供水，为试验提供便利。

供水支架 1 与马氏瓶供水箱 5 之间设有高度微调器 2。高度微调器 2 用来细微调节马氏瓶供水箱 5 的高度，保证通气管 6 的底端与降雨器 12 中的“雨强-水位标定线”7 较高水平一致，确保降雨器 12 中的水位为目标水位并得到目标雨强。

降雨器 12 上设有振动器 22 和交叉设置的整平装置 25。振动器 22 是用来给降雨器产生微小振动，更加真实的模拟天然降雨。整平装置 25 是用来

给降雨器 12 整平的,以保证降雨高度的一致性。整平装置 25 是由两个条形整平气泡组成,分别安装在降雨器 12 的两个相邻的边框上,每个条形整平气泡均可以确定一条水平直线,而由两个整平装置确定出的两条交叉的水平直线则组成了一个水平面,这样可以确定降雨器 12 处于一个水平面上,保证小区内的降雨高度一致。

连接件 13 上有由底座 31 和支杆 32 组成半球形连接装置,以保证降雨器 12 与降雨器支架 11 可靠的连接。

马氏瓶供水箱的外体上有透明水位刻度尺 26 (图 3C)。

降雨器支架 11 四周还有防风帘 15。防风帘 15 是针对野外试验设置的,野外自然风对试验的影响较大,防风帘 15 的目的就是降低风对试验的影响,防止雨滴飘拂。防风帘 15 采用软材料、卷帘式,平时无风试验时,卷上去;若风的影响超过了允许范围,则放下防风帘,削减试验不利因素。

降雨器 12 上排列有多个雨滴发生器 21,所述的雨滴发生器 21 由针头 23 和橡皮塞 24 组成,针头 23 选择 6#、7#或 8#兽用针头,不同型号的针头可以获得不同大小的雨滴,可以使得雨滴大小与自然情景更为接近。

供水支架 1 和降雨器支架 11 分别由四个圆柱形可伸缩钢管组成,其高度可以较大范围调节,这使得降雨器能够适应更大范围的坡度。供水支架 1 用来调节马氏瓶供水箱 5 高度,以适应不同坡度的地形。

实时记录雨强的上位机 14 可以有多种选择(如单片机、PC 机),本设计中选用能记录、处理试验数据的 PC 机,记录 ACS-L 传感器 3 测得的数据并后期处理。

## 二、工作原理:

本发明的人工模拟降雨装置之所以能够比较真实的模拟自然状况下的降雨,在于以下几个主要的方面:一是降雨器 12 上的雨滴发生器 21,通过更换不同型号的针头可以调整雨滴的大小;二是通过调整马氏瓶供水箱的高

度能够得到不同大小的雨强；三是降雨器 12 上设置的振动器 22 能够产生微小振动，使得雨滴更加真实并接近自然降雨；四是系统采用马氏瓶供水箱，能够保证降雨器中的水位在整个降雨过程中保持基本恒定而得到比较均以稳定的雨强；最后通过 ACS-L 传感器 3 与实时观测、记录雨强的上位机 14 的进行通讯，记录并保存数据，供后期处理。

### 三. 装置使用方法：

1、根据试验小区的坡度初步安装人工模拟降雨装置，结合降雨器 12 上的两个交叉设置的整平装置 25 对降雨器进行调平；

2、结合降雨器中不同雨强所标定的“雨强-基本水位线”给降雨器加水，通过马氏瓶供水箱高度微调器调整供水高度，保证通气管 6 的底端与降雨器 12 中的“雨强-水位标定线”高度基本一致；

3、暂时关闭马氏瓶供水箱出水管路 10 上的阀门，打开排气阀 8，通过马氏瓶供水箱进水管路 4 给马氏瓶供水箱加水至上限水位线，然后关闭排气阀门 8 和进水管路 4，初始化上位机 14 的记录软件；打开出水管路 10 的阀门开始模拟人工降雨。

本发明的人工模拟降雨装置，整个装置为组装式，较为轻便、易于组装、分拆及搬运；该装置使用方便，维护简单；造价比较低廉，较以往模拟降雨装置省水；ACS-L 传感器 3 能感知供水箱 5 实时的变化水位，通讯线 9（RS485）与上位机 14 进行数据通讯，并将 ACS-L 传感器 3 记录的实时数据上载到上位机 14 中，以供后期处理，由于采用了水位实时观测、记录，通过换算得到实时雨强，故能进行实时雨强的控制及调整；设置有防风帘，可以降低野外自然风对实验的影响；能适应较大范围的坡度，可调节降雨高度，可一定范围调节降雨小区面积大小，能较真实的模拟天然降雨。



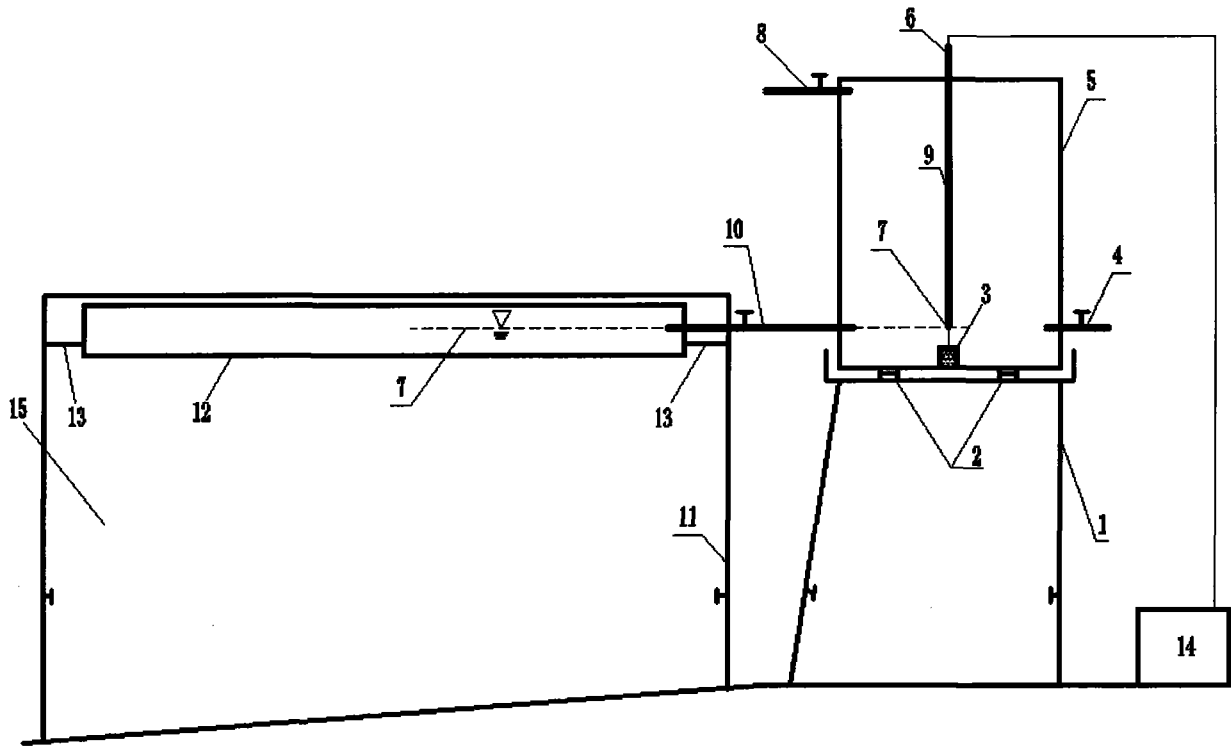


图 1

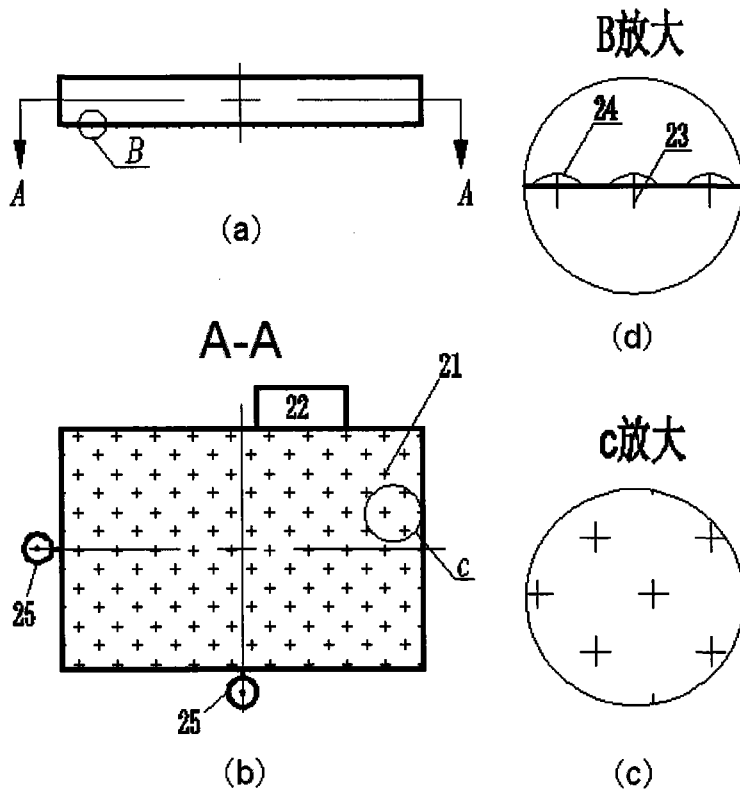
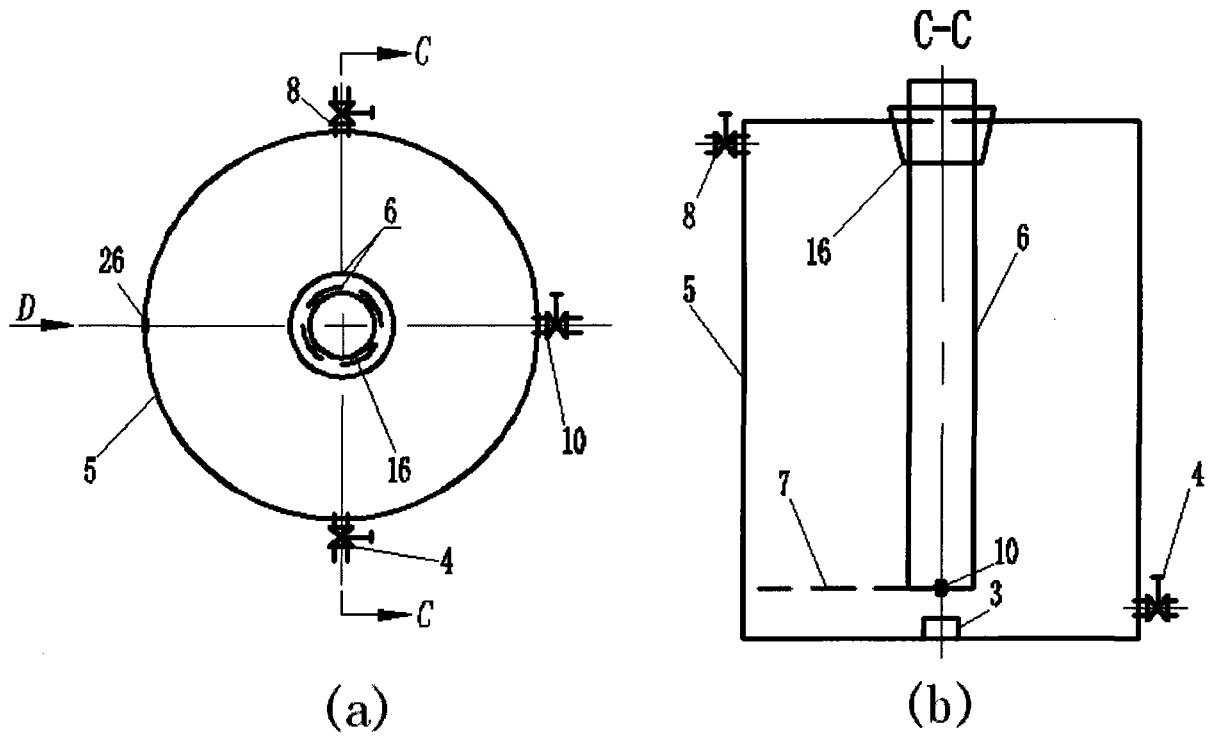
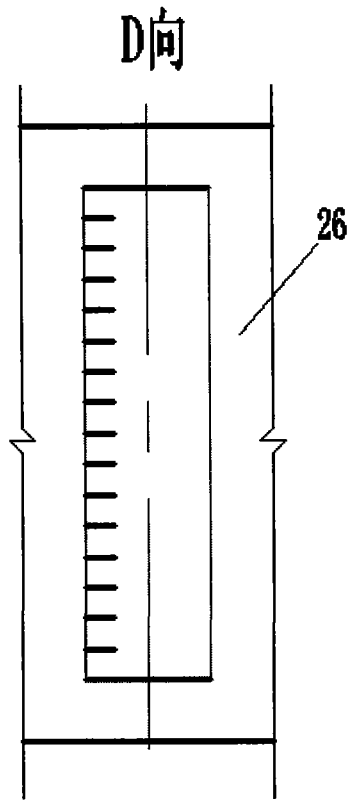


图 2



(a)

(b)



(c)

图 3

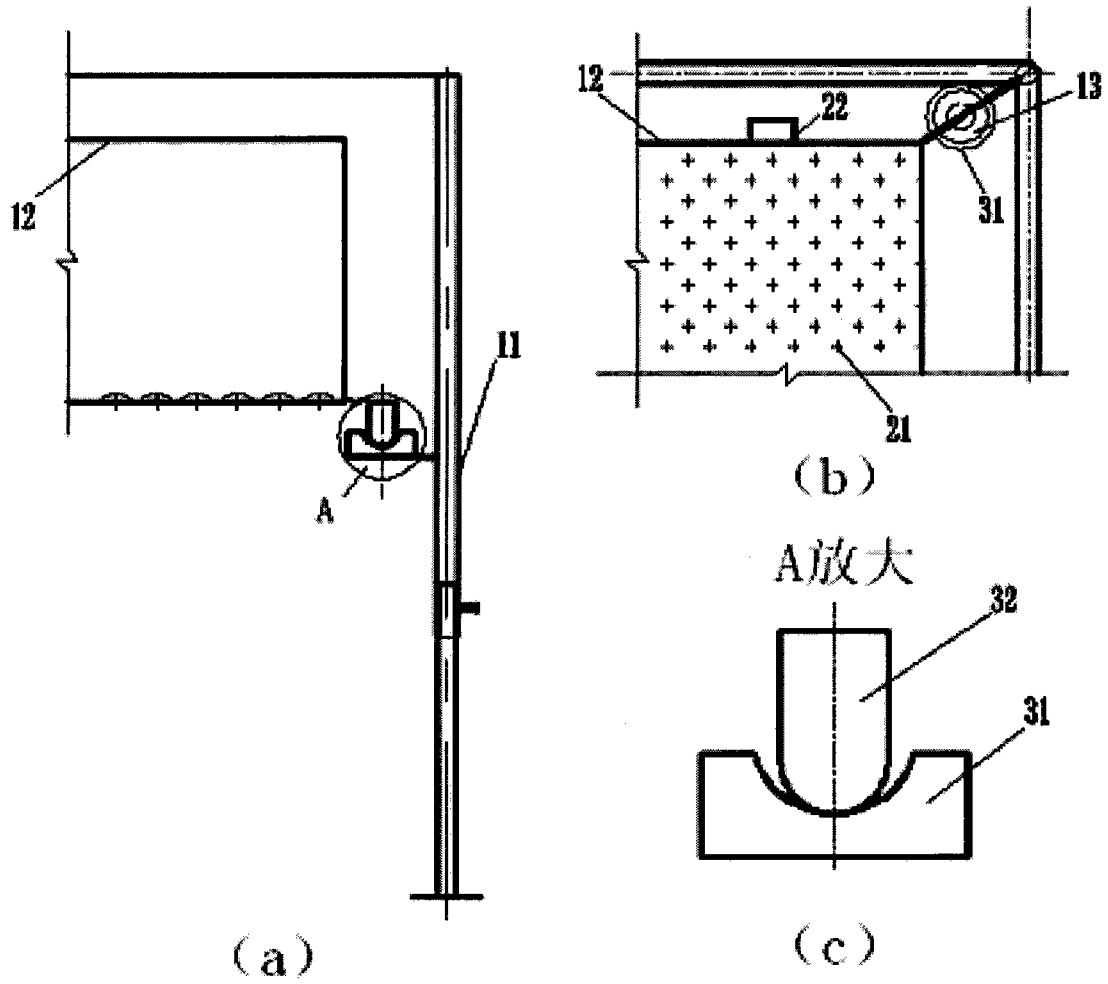


图 4