

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101865690 A

(43) 申请公布日 2010. 10. 20

(21) 申请号 201010144689. 7

(22) 申请日 2010. 04. 12

(71) 申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市甘井子区凌工路  
2 号

(72) 发明人 徐向舟 徐飞龙 赵超 许翼  
郭向阳

(74) 专利代理机构 大连理工大学专利中心  
21200

代理人 梅洪玉

(51) Int. Cl.

G01C 15/00 (2006. 01)

G01C 11/00 (2006. 01)

G01C 9/00 (2006. 01)

G01B 11/28 (2006. 01)

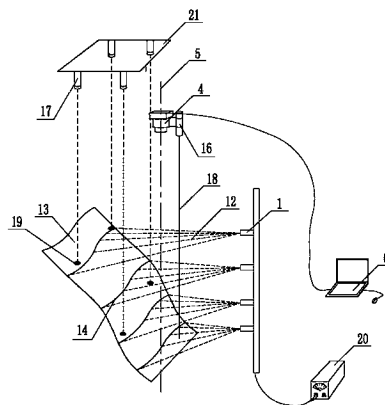
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

三维地貌观测方法

(57) 摘要

一种可对三维沟坡微地貌进行实时观测的方法,属于地形测量领域。其特征是通过地形定位装置向被测沟坡面发射激光定位线和激光定位点斑;激光定位线实时跟踪地形变化和定位地形空间位置,激光定位点则作为地貌录像截图尺寸率定和变形校正的控制点;利用图像数据采集装置实时采集沟坡面点群的空间坐标信息;通过在观测录像中截取沟坡地形发生变化时刻前后的地貌图像,经计算机软件处理后,形成沟坡地形变化时刻前后的数字模型,最终实现对三维沟坡微地貌任意时刻的非接触式定量观测。适用于沟坡微地貌变化过程的定量化研究,特别适合于沟坡重力侵蚀过程的定量化研究。



1. 一种三维地貌观测方法,利用三维地貌观测装置,实时获取被测沟坡面(13)点群的空间坐标信息,经计算机(6)软件处理后,形成被测沟坡数字模型,实现对三维沟坡微地貌任意时刻的非接触式定量观测;其特征包括如下步骤:

1) 截取沟坡重力侵蚀发生时刻前后的地貌图像,分别建立重力侵蚀发生时刻前后的沟坡数字模型,根据模型查询沟坡坡体的体积,重力侵蚀发生前后的坡体体积差,即为当次重力侵蚀量;

2) 一字线型激光模组(1)向被测沟坡面(13)以一定角度发射一组相互平行且连续的扇形面激光(12),与沟坡面(13)相交形成一组可见激光线,对沟坡地形进行实时跟踪和定位;点斑式激光仪(17)向被测沟坡面发射出一组相互平行且与扇形面激光(12)平面垂直的激光线,与沟坡面(13)相交形成一组激光定位点斑,激光定位点斑在扇形面激光(12)平面上相对位置不变,作为地貌截图尺寸率定和变形校正的控制点;

3) 依据激光定位点斑的已知设定的坐标值对地貌截图进行尺寸率定和变形校正,导入到计算机(6)中,对激光定位线(14)进行赋值后转化为等值线,对等值线进行插值处理,形成沟坡数字模型,实现沟坡模型的相关数字产品输出;

4) 在垂直于扇形面激光(12)平面方向安装摄像机(4),摄像机(4)上带有激光瞄准仪(16),激光瞄准仪(16)可发射出轨迹激光线(18);轨迹激光线(18)平行于摄像机主光轴(5),辅助调节摄像机主光轴(5)的方向,使摄像机主光轴(5)与扇形面激光(12)垂直;摄像机(4)实时采集沟坡面(13)点群的空间坐标信息;

所述的三维地貌观测装置,由地形定位装置和图像数据采集装置组成;地形定位装置向被测沟坡面(13)发射激光定位线(14)和激光定位点斑(19),图像数据采集装置实时采集沟坡面(13)点群的空间坐标信息;地形定位装置由测桥、激光定位点斑(19)发射装置和稳压直流电源(20)组成,图像数据采集装置由计算机(6)和带激光瞄准仪(16)的摄像机(4)组成;测桥由一字线型激光模组(1)、激光模组微调支架(2)、测桥主梁(7)、测桥盖板(8)和供电线路(3)组成,激光定位点斑(19)发射装置由点斑式激光仪(17)和固定支架(21)组成。

## 三维地貌观测方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于地形测量技术领域,涉及到三维沟坡微地貌实时定量观测的方法。

### 背景技术

[0002] 随着人们在地形测量领域研究不断深入以及激光技术、光学技术、超声波技术、计算机技术和图像处理技术等先进技术的发展,地形测量方法已由传统的水准仪加经纬仪单点的接触式测量方法发展到三维激光扫描、超声波测量、近景摄影测量等快速高效的非接触式测量方法。目前,国内外对小范围实验地貌的观测技术主要分为以下几类:

[0003] 第一类,三维激光扫描技术,通过向目标表面发射脉冲激光束和接受经目标表面返回的激光束,以激光定位原理精确测量物体表面点的三维坐标,以大量空间点或点云的方式真实再现被测物体彩色和三维立体景观。如莱卡公司推出的 Cyra 三维激光扫描系统已有很多工程应用实例(范海英,杨伦,邢志辉等. Cyra 三维激光扫描系统的工程应用研究[J]. 矿山测量,2004(3):16-18)。三维激光扫描仪一般是采用激光点阵扫描方式通过被测区域,要完成大量点群测量需要一定时间,目前大部分研究只是利用三维激光扫描仪对静态目标进行高精度测量。同时,三维激光扫描仪是个黑箱系统,难以检校,维护困难,设备成本高。

[0004] 第二类,近景摄影测量方法,是基于双目视差原理,通过已知 2 个摄像机的相对位置,来获取公共视场内物体上特征点的三维坐标。张祖勋等研制的多基线数字近景摄影测量系统(张祖勋,杨生春,张剑清等. 多基线-数字近景摄影测量[J]. 地理空间信息,2007,5(1):1-4),在较高精度的三维测量和变形观测已有成功应用实例。在近景摄影测量过程中,一般需对被测目标表面进行预处理,如在目标表面做相应数量的人工标志和布设相应数量的控制点等,属于接触式测量;测量过程中,要求拍摄的每一张图像中必须有相应数量的已知空间坐标的控制点,必须设有 2 个以上摄站,观测时间较长,只适用于静态目标的测量。同时像点的匹配算法和过程都很复杂,这也在一定程度上限制了测量的效率和推广使用范围。

[0005] 第三类,超声波技术,是一种基于回声定位原理,利用超声波的发射、传播、穿透和反射等性能探测地形地貌的技术。超声地形仪实现了地形的无接触测量,对地形的干扰小,可在实验室内精确地测量地形,如林海立等研制的超声地形仪(林海立,曲兆松,王兴奎. 河工模型超声地形仪的数字信号处理[J]. 水力发电,2004,30(11):78-80)。在空气中,由于声的传播速度远不如光的传播速度快且声波的回声信号也容易受到干扰,所以超声地形仪很难实现在短时间内获得被测目标的大量空间点或点云的空间坐标,不适用于地面动态目标观测。

[0006] 到目前为止,国内外大都是利用激光定位、声波定位、摄影测量等技术中的一种技术研制高精度、超高精度的地形测量装置,这些测量设备投入大,技术手段单一,不适合对动态目标进行定量观测。中国的水土流失、土壤侵蚀是已上升为最大的环境问题,带来的损失与日俱增,已成为一个必须得到尽快解决的问题。长期以来,围绕侵蚀定量观测方面,特别

针对沟坡重力侵蚀实时定量观测方面一直缺乏合适的观测手段。因此,发明一种可对三维动态沟坡地形进行精确高效、非接触式定量观测和简易经济的地形测量仪已成为沟坡重力侵蚀量化研究的关键技术。

## 发明内容

[0007] 本发明提供一种在沟坡微地貌发生连续变化的条件下,实时获取被测沟坡面点群的空间坐标信息,实现对任意观测时刻的三维沟坡微地貌体积、面积、坡度分布值进行非接触定量观测的技术方法。

[0008] 本发明利用地形定位装置和图像数据采集装置实时获取沟坡面点群的空间坐标信息;通过在观测录像中截取地貌图像,导入计算机经处理后,形成被测沟坡的数字模型,实现对三维沟坡微地貌任意观测时刻的非接触式定量观测。

[0009] 本发明的技术方案如下:

[0010] 其中地形定位装置由测桥、激光定位点斑发射装置和稳压直流电源组成;图像数据采集装置由计算机和带激光瞄准仪的摄像机组成。

[0011] 测桥由一组一字线型激光模组、激光模组微调支架、测桥主梁、测桥盖板和供电线路组成,测桥的长度由被观测沟坡范围确定;一字线型激光模组可采用红光、绿光两种光色型号,功率可采用 50 ~ 100mW,数量由被测沟坡范围和观测精度要求确定,多个不同光色型号的一字线型激光模组通过激光模组微调支架平行相间地布设在测桥主梁上,之间采用并联电路连接,由稳压直流电源提供 3 ~ 5V 电压;通电后,一字线型激光模组向被测沟坡面发射一组已知间距的、相互平行且连续的扇形面激光。扇形面激光与沟坡面相交形成一组清晰可见的激光定位线,实时跟踪沟坡面地形变化和定位沟坡空间位置。

[0012] 在与扇形面激光垂直的平面上,每一根激光定位线在该平面的投影线之间的距离为设计间距,则可实现沟坡面在该方向上的一维定位;在与扇形面激光平行的平面上,激光定位线在该平面的投影线直接反映地形实际变化,则可实现对沟坡面在该平面上的二维定位。因此,每一根激光定位线就可反映沟坡面地形对应部分的三维空间变化。假设把被测沟坡沿垂直于面激光平面的方向作  $n$  等份,当  $n$  足够大时,则土层足够薄,沟坡可用  $n$  份土层代替,那么  $n$  条激光定位线就可以描述坡面的地形特征变化,实现对整个被测沟坡地形三维空间的动态定位。

[0013] 激光定位点斑发射装置由点斑式激光仪和固定支板组成。点斑式激光仪可以选用红光或绿光,功率可選用 5 ~ 50mW,数量由被测沟坡面范围确定,均匀布设在与扇形面激光平行的固定支板上,通电后向沟坡面发出一组相互平行且与扇形面激光平面垂直的激光线。该组激光线与沟坡面相交形成明亮的激光定位点斑,实时跟踪沟坡面地形变化。

[0014] 激光定位点斑在扇形面激光平面上投影点的相对空间位置不变,各点之间的距离为设计值,故在扇形面激光平面上可得到一组平面点坐标。依据这组平面点坐标可对摄像机采集到的沟坡地形图像进行尺寸率定和变形校正,为地形三维重建提供真实准确的地形底图。

[0015] 摄像机采用彩色工业相机,匹配镜头可選用变形率小于 1% 的低变形工业镜头,摄像机采集到的沟坡面的激光定位线和激光定位点斑应清晰可分辨,固定在摄像机上的激光瞄准仪功率可选择 50 ~ 100mW,发射出平行于摄像机主光轴的轨迹激光线;通过调整轨迹

激光线方向,可快速、准确地调节摄像机主光轴方面;拍摄过程中,摄像机主光轴始终垂直于扇形面激光平面。通过摄像机拍摄沟坡面上激光定位线及激光定位点斑的动态变化和空间位置,实时采集被测沟坡面点群的空间坐标信息和监测沟坡面动态变化的全过程。

[0016] 在观测录像中截取沟坡地形变化时刻前后的地貌图像,导入到计算机软件中,根据激光定位点斑已知设定的坐标值对地貌图像进行尺寸率定和变形校正,根据各扇形面激光之间的已知间距依次对图像中的激光定位线进行赋值,并转化为等值线,对等值线进行插值处理得到沟坡表面密集点群,然后建立时刻前后的被测沟坡数字模型,最后通过查询、比较计算时刻前后的沟坡模型体积值,实现对当次沟坡地形变化量的非接触式定量观测。

[0017] 本发明的有益效果是可实时采集三维沟坡微地貌在动态变化过程中的地形表面点群的空间坐标信息;可实现对地形变化过程中的任意时刻沟坡体积变化量的非接触式定量观测及对被测沟坡的体积、面积及坡度分布等参数值变化过程的观测;整套系统具有较高的观测效率和观测精度,适用于沟坡重力侵蚀过程的定量观测。

### 附图说明

[0018] 附图 1 是本发明的工作原理图。

[0019] 附图 2 是本发明的第一种测桥构造图。

[0020] 附图 3 是本发明的第二种测桥构造图。

[0021] 附图 4 是本发明的测桥纵剖面图。

[0022] 附图 5 是本发明的测桥横剖面图。

[0023] 图中:1 一字线型激光模组;2 激光模组微调支架;3 供电线路;4 摄像机;

[0024] 5 摄像机主光轴;6 计算机;7 测桥主梁;8 测桥盖板;9 激光出射孔;

[0025] 10 盖板侧面连接螺栓;11T 型螺栓;12 扇形面激光;13 沟坡面;

[0026] 14 激光定位线;15 测桥固定结构;16 激光瞄准仪;

[0027] 17 点斑式激光仪;18 轨迹激光线;19 激光定位点斑;

[0028] 20 稳压直流电源;21 固定支板。

### 具体实施方式

[0029] 以下结合附图和实施例对本发明进行进一步说明。

[0030] 实施例 1

[0031] 三维地貌观测方法具体步骤如下:

[0032] 步骤 1

[0033] 在被测沟坡微地貌前,通过测桥固定结构 15 固定、调节好测桥方向位置,测桥中的一字线型激光模组 1 通电后通过测桥盖板 8 上的激光出射孔 9 向沟坡面 13 发射一组已知间距的、相互平行且连续的扇形面激光 12,与沟坡面 13 相交形成一组清晰可见的激光线定位线 14,该组激光线实时跟踪沟坡面 13 地形变化和定位动态沟坡的空间位置。见图 1。

[0034] 其中,测桥由一组一字线型激光模组 1、激光模组微调支架 2、测桥主梁 7、测桥盖板 8 和供电线路 3 组成。测桥采用工业铝型材,长度由被观测沟坡范围确定,通过 T 型螺栓 11 与测桥固定结构 15 连接板连接,由测桥固定结构 15 底板上的 3 颗调平螺丝调节测桥整体位置。

[0035] 一字线型激光模组 1 的数量由被测沟坡的范围和观测精度要求确定,之间采用并联电路连接,由稳压直流电源 19 和供电线路 3 提供 3 ~ 5V 电压,通过激光模组微调支架 2 平行布设在测桥主梁 7 上;测桥主梁 7 带有较高精度的刻度线,可快速精确地调节扇形面激光设计间距;测桥盖板 8 为一槽型结构,通过盖板侧面连结螺栓 10 与测桥主梁 7 连接。见图 2 或图 3。

#### [0036] 步骤 2

[0037] 在被测沟坡面 13 上方且与扇形面激光 12 平行的固定支板上,均匀布设不少于 4 个功率可为 5 ~ 50mW 的点斑式激光仪 17;点斑式激光仪 17 之间采用并联电路连接,由额定稳压直流电源 19 提供电力,通电后向沟坡面 13 发出一组相互平行且与扇形面激光平面垂直的激光线,与沟坡面 13 相交形成明亮的激光定位点斑 19;激光定位点斑 19 在扇形面激光 12 平面上的投影点之间的相对位置应根据沟坡面 13 大小设定,宜达均匀分布要求;激光定位点斑 19 实时跟踪沟坡面地形变化,作为地貌录像截图尺寸率定和变形校正的控制点。

#### [0038] 步骤 3

[0039] 步骤 3.1,调节摄像机 4 上激光瞄准仪 16 发射出的轨迹激光线 18 方向,使其与摄像机主光轴 5 相平行并将激光瞄准仪 16 固定在该方向位置;之后,通过调整轨迹激光线 18 方向,使摄像机主光轴与扇形面激光 12 平面垂直。

[0040] 步骤 3.2,通过摄像机 4 实时拍摄沟坡面 13 上激光定位线 14 和激光定位点斑 19 的动态变化和沟坡地形空间位置,实时采集被测沟坡面点群的空间坐标信息和监测沟坡面 13 动态变化的全过程;利用计算机 6 实时存储摄像机 4 采集的数据。在拍摄过程中,摄像机主光轴 5 始终垂直于扇形面激光 12 平面且使被测沟坡面 13 在摄像机 4 拍摄中心区域内。其中,摄像机采用彩色工业相机和镜头,镜头可选用变形率小于 1% 的低变形工业镜头,摄像机采集到的沟坡面的激光定位线和激光定位点斑应清晰可分辨。

#### [0041] 步骤 4

[0042] 在观测录像中截取沟坡重力侵蚀发生时刻前后的地貌图像,导入到计算机软件中,依据激光定位点斑 19 已知设定的坐标值进行尺寸率定和变形校正,对图像中的激光定位线 (14) 进行赋值并转化为等值线,对等值线进行插值,形成重力侵蚀发生时刻前后的沟坡数字模型;依据模型可查询得到实际沟坡坡体的体积,则重力侵蚀发生前后的坡体体积之差,即为当次重力侵蚀量。

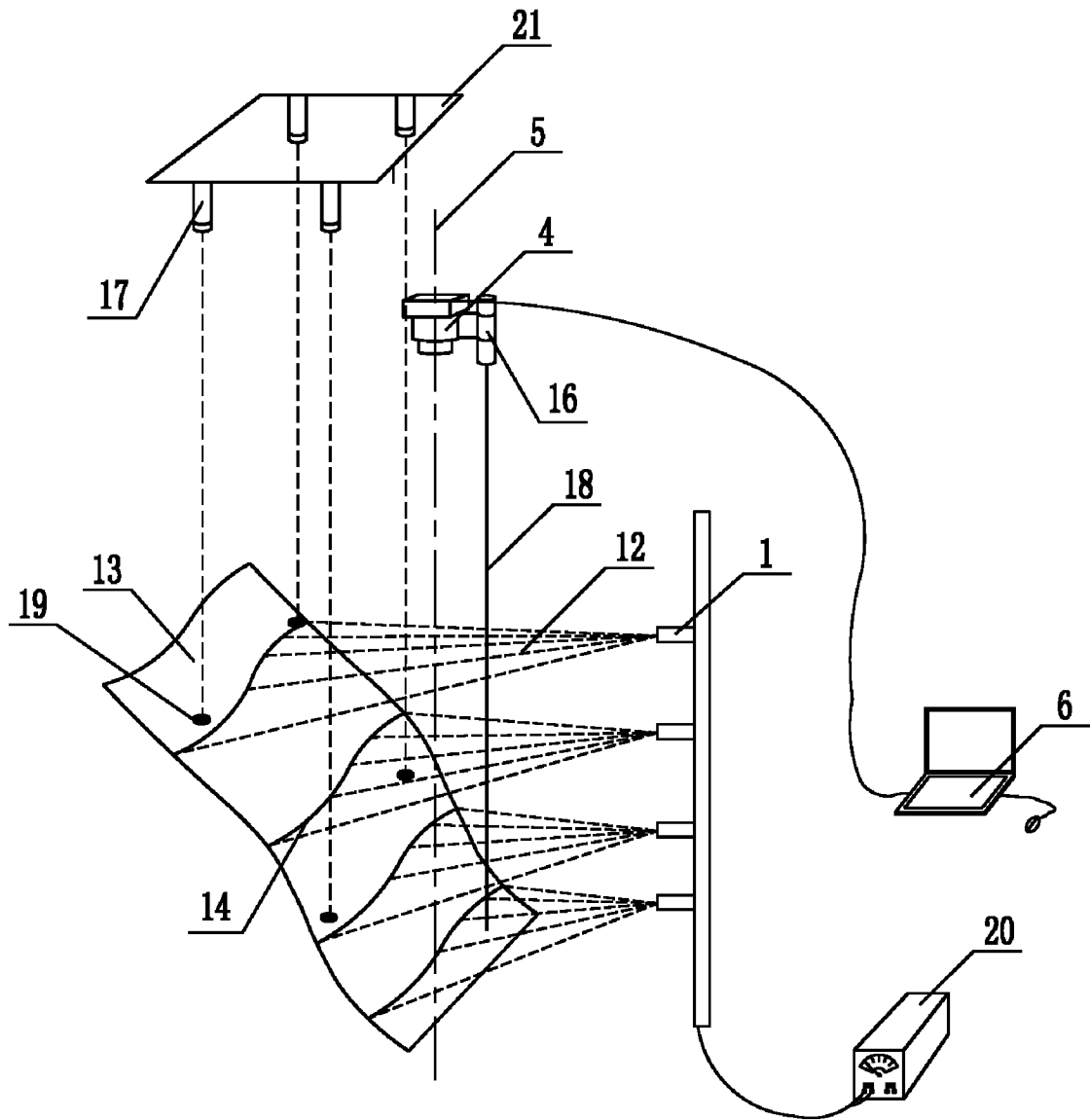


图 1

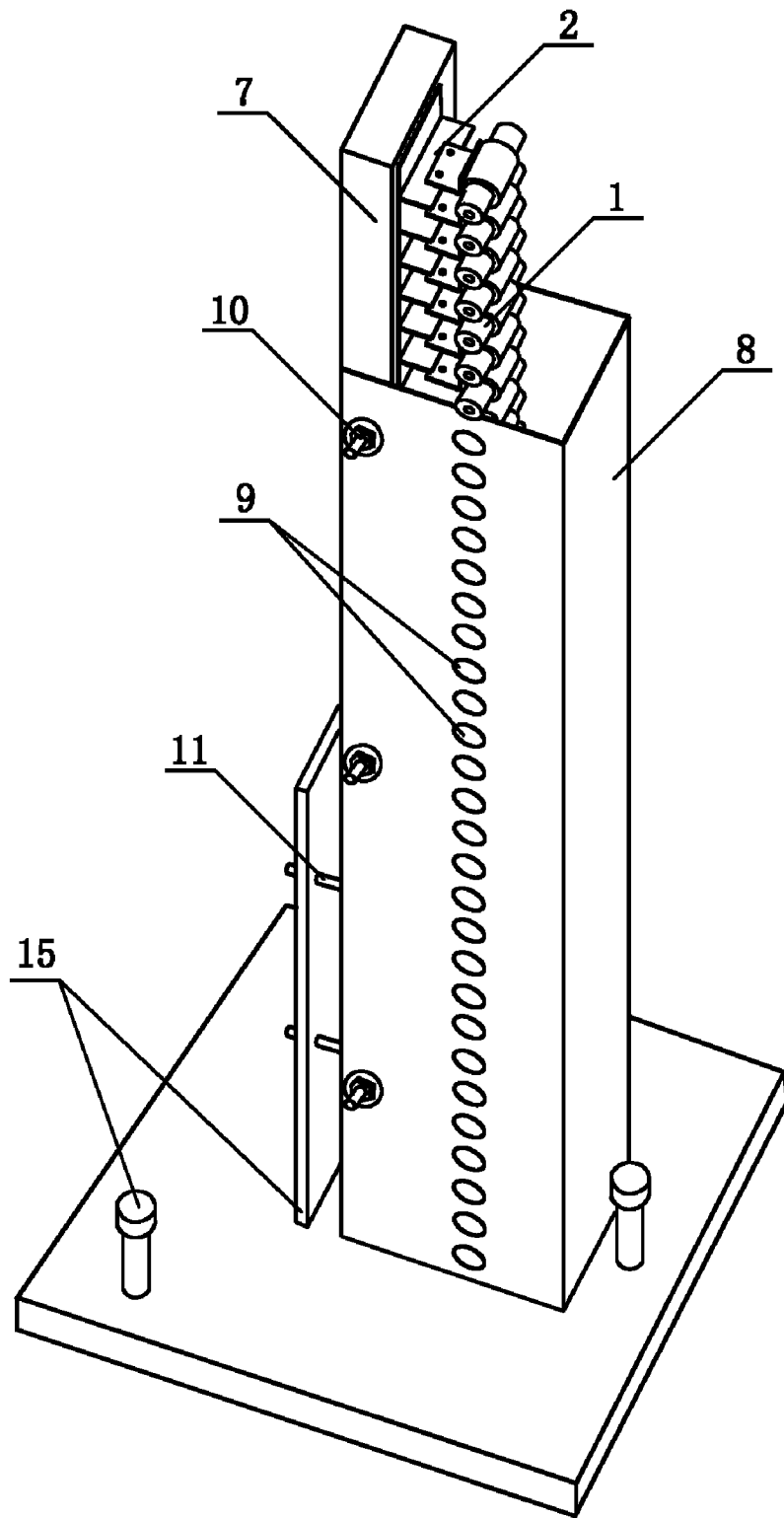


图 2



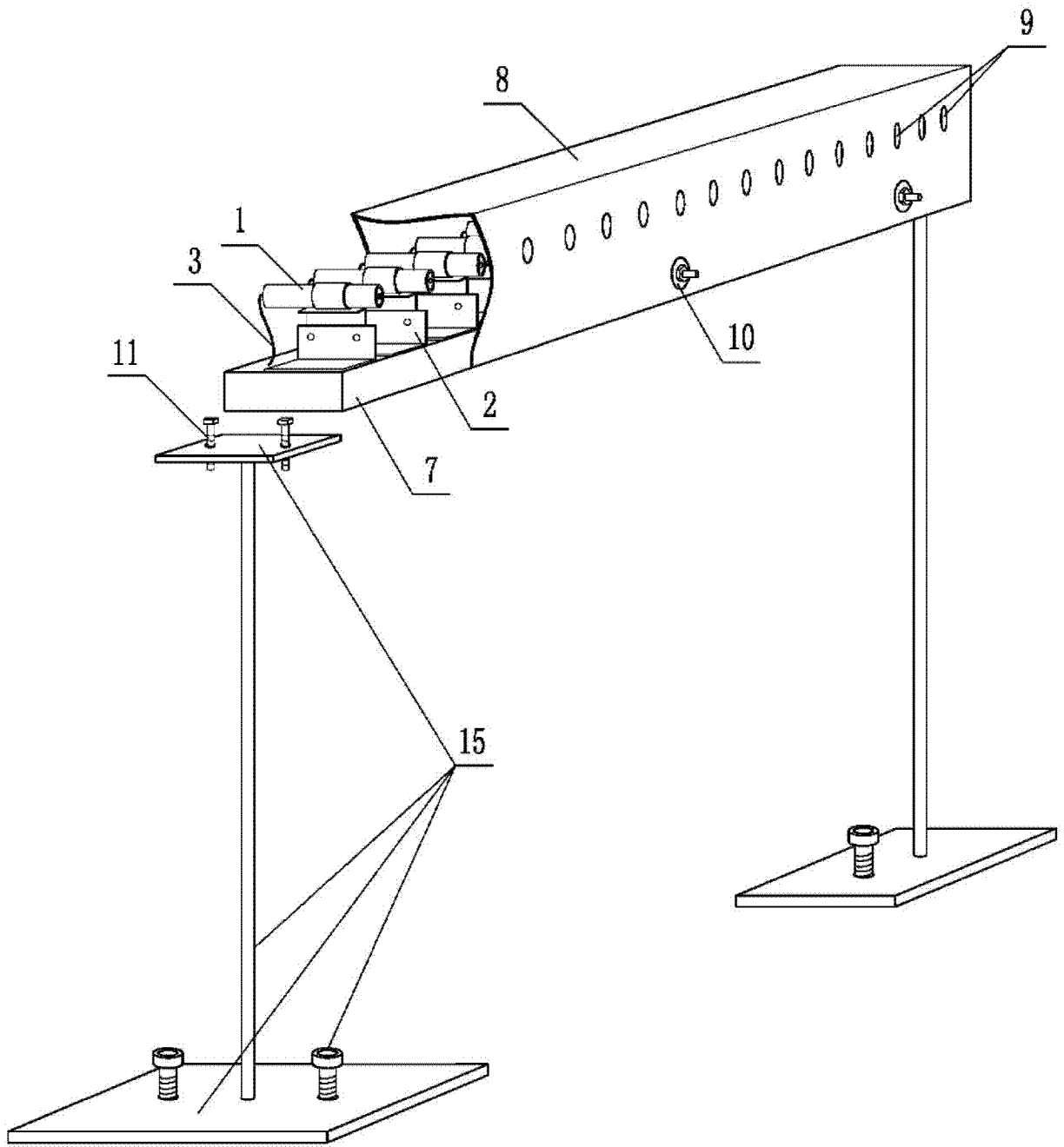


图 3

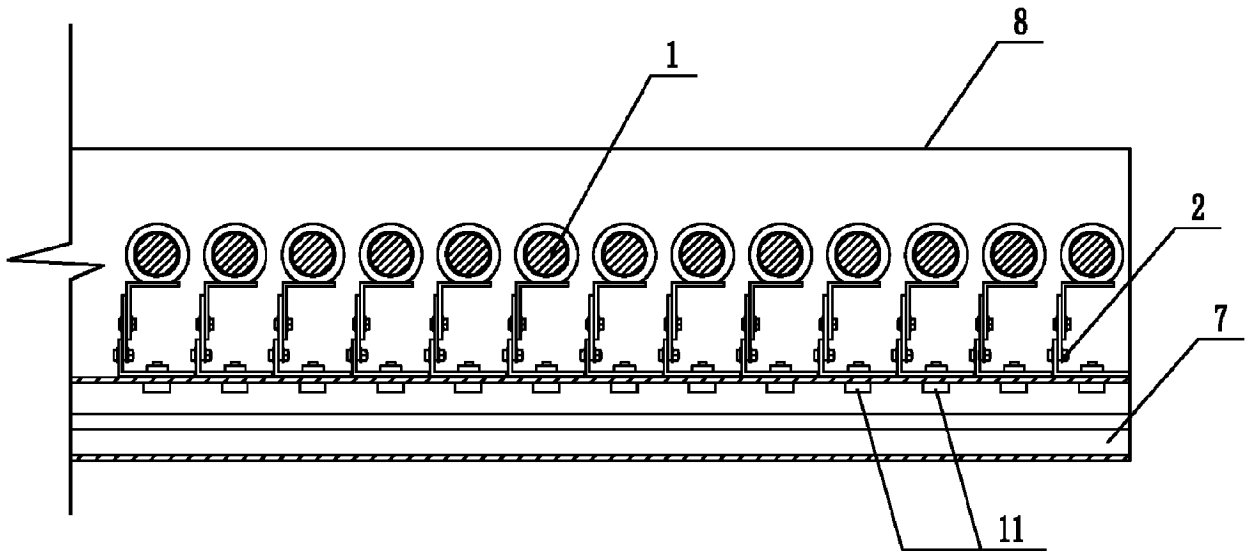


图 4

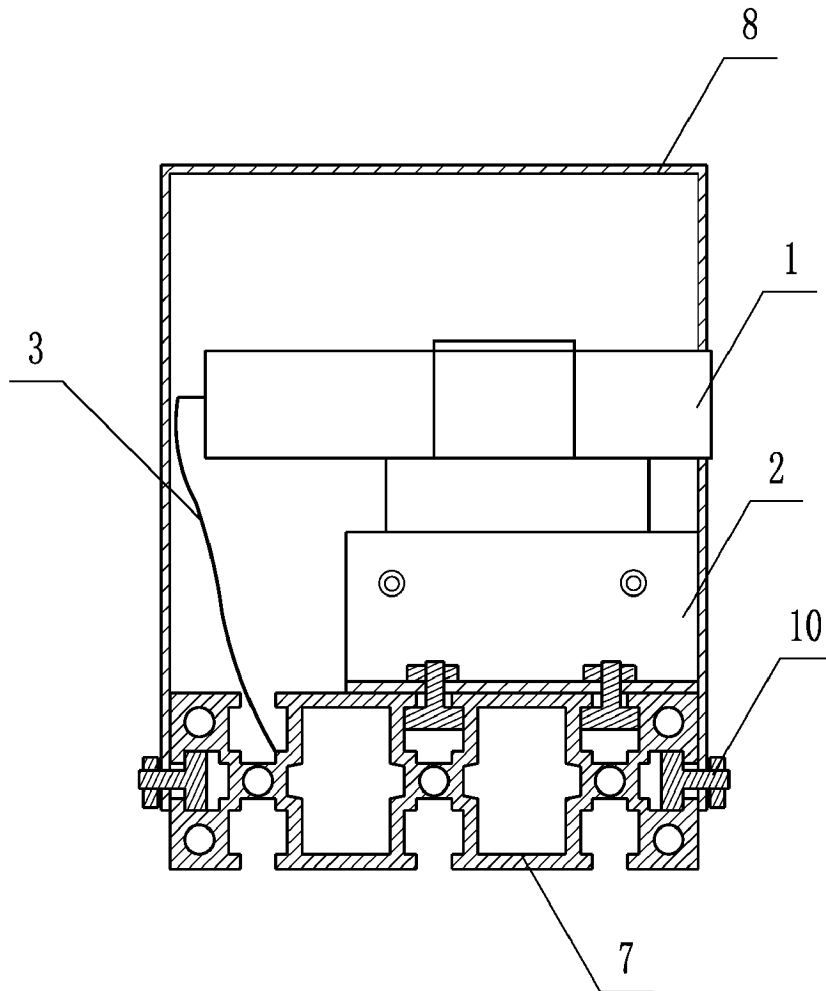


图 5