



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107419913 B

(45)授权公告日 2019.03.19

(21)申请号 201710563002.5

(22)申请日 2017.07.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107419913 A

(43)申请公布日 2017.12.01

(73)专利权人 武汉大学

地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山
武汉大学

(72)发明人 王若林 朱道佩 桑农

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 42222

代理人 魏波

(51)Int.Cl.

G01C 15/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 104818792 A, 2015.08.05, 全文.

CN 104251693 A, 2014.12.31, 全文.

EP 0301019 B1, 1993.03.10, 全文.

EP 0607303 B1, 1996.09.11, 全文.

CN 203430003 U, 2014.02.12, 全文.

CN 203213585 U, 2013.09.25, 全文.

王冰.视觉引导激光经纬仪测量系统关键技术研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技II辑》.2015,(第5期),正文第8-12页,第15-25页,第42-45页.

审查员 吕健

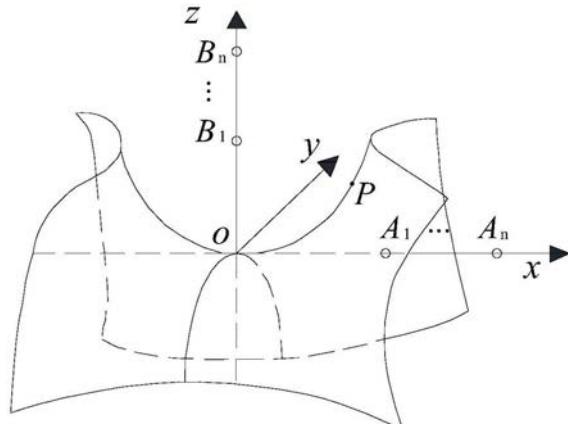
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种马鞍面建筑物的激光三维定位装置及
方法

(57)摘要

本发明公开了一种马鞍面建筑物的激光三维定位装置及方法,装置包括马鞍面建筑、轴线所在马鞍面、激光、激光发射装置阵列、滚轴、伸缩装置、远程控制装置;激光发射装置由激光发射器、信号控制模块、数据处理模块、信号发射器或信号接收器、横向转动控制模块和纵向转动控制模块构成;本发明能对马鞍面建筑的轴线进行精确定位,从而实时控制施工精度,方法简单,施工效率高;同时,也可以对建筑物的多个关键点进行定位,从而实现建筑物的三维重建。



1. 一种马鞍面建筑物的激光三维定位方法,采用马鞍面建筑物的激光三维定位装置;所述装置包括激光发射装置、远程控制装置(18)、活动机械臂(19);

若干所述激光发射装置组成横向激光发射装置阵列(4),若干激光发射装置组成纵向激光发射装置阵列(5);所述活动机械臂(19)为两个,方向相互垂直地设置在马鞍面建筑(1)的两侧,其上分别固定设置有所述横向激光发射装置阵列(4)和纵向激光发射装置阵列(5);

所述远程控制装置(18)用于控制激光发射装置发射激光(3)的角度,从而确保马鞍面建筑(1)的轴线所在马鞍面(2)上每一点都能由两束激光的交点确定;

其特征在于,所述方法包括以下步骤:

步骤1:针对马鞍面建筑(1),其外部轮廓为双曲抛物面:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 2z;$$

将双曲抛物面放入三维坐标系中,其坐标原点为马鞍面的顶点,取其第一象限进行研究;横向激光发射装置阵列(4)和纵向激光发射装置阵列(5)分别设置在x轴和z轴,横向激光发射装置阵列(4)中的激光发射装置A₁和纵向激光发射装置阵列(5)中的激光发射装置B₁与原点之间的距离均为1;激光发射装置A₁发射出的光束分别与x轴、y轴和z轴方向的夹角为α₁、α₂和α₃;激光发射装置B₁发射出的光束分别与x轴、y轴和z轴方向的夹角为β₁、β₂和β₃;两束激光的交点为P(x₀, y₀, z₀), P点在马鞍面建筑(1)的轴线所在马鞍面(2)上;假设x轴、y轴和z轴方向的单位向量分别为e₁、e₂和e₃,向量PA=(l-x₀, -y₀, -z₀), PB=(-x₀, -y₀, l-z₀),则:

$$\alpha_1 = \arccos \frac{\vec{e}_1 \cdot \overrightarrow{PA}}{|\overrightarrow{PA}|}, \quad \alpha_2 = \arccos \frac{\vec{e}_2 \cdot \overrightarrow{PA}}{|\overrightarrow{PA}|}, \quad \alpha_3 = \arccos \frac{\vec{e}_3 \cdot \overrightarrow{PA}}{|\overrightarrow{PA}|};$$

$$\beta_1 = \arccos \frac{\vec{e}_1 \cdot \overrightarrow{PB}}{|\overrightarrow{PB}|}, \quad \beta_2 = \arccos \frac{\vec{e}_2 \cdot \overrightarrow{PB}}{|\overrightarrow{PB}|}, \quad \beta_3 = \arccos \frac{\vec{e}_3 \cdot \overrightarrow{PB}}{|\overrightarrow{PB}|};$$

步骤2:设马鞍面建筑(1)的高度为h,将高度分成n份;当z₀分别取0、 $\frac{h}{n}$ 、 $\frac{2h}{n}$ 、...、h时,对两束激光的偏角进行讨论;

当 $z_0 = \frac{h}{n} \times m$ 时, $0 \leq m \leq n$, 随着x₀在(0, x₁)内变化, 两束激光与x轴、y轴和z轴方向的夹角

(α₁, α₂, α₃) 和 (β₁, β₂, β₃) 将会随之发生变化;此时, 分别绘制α₂, α₃, β₁, β₂, β₃随α₁的变化曲线图, 确定它们之间的定量关系;

步骤3:远程控制装置(18)分别通过信号接收器(10)与纵向转动控制模块(11)和横向转动控制模块(17)进行通信,分别调整纵向转动控制模块(11)和横向转动控制模块(17)的转动角度,进而对激光发射装置A₁和激光发射装置B₁发射出的光束与x轴、y轴和z轴方向的夹角进行实时调整,进而控制激光发射装置A₁发出激光光束与x轴的夹角α₁从0变到α₀时,由步骤2中的β_i和α_j与α₁的定量关系图,得到α₂, α₃, β₁, β₂, β₃的大小,这个过程由数据处理模块(8)实现,其中, $0 < \alpha_0 < 180^\circ$, $i=1, 2, 3$, $j=2, 3$;然后,由激光发射装置A₁中的信号发射器(9)将计算出的α_j的大小发送到远程控制装置(18);同时,远程控制装置(18)调整激光发射

装置 B_i 发出激光光束的夹角 β_i 的大小；

步骤4：激光发射装置 A_1 和激光发射装置 B_1 发射光束的偏角分别为 α_i 和 β_i 时，它们的交点为P其中， $i=1,2,3$ ；随着 α_i 的不断变化，P点的轨迹也在不断变化；同理，利用激光发射装置 A_k 和 B_k 对其他点进行定位， $k=2,3\dots n$ ；将这些轨迹点连接起来，就得到马鞍面建筑在 $z=z_0$ 时的轴线；

步骤5：当 z_0 遍历 $0, \frac{h}{n}, \frac{2h}{n}, \dots h$ 这些值时，按照步骤4原理得到马鞍面建筑1不同高度的轴线；当n足够大时，这些轴线就组成马鞍面建筑1轴线所在的马鞍面。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：所述激光发射装置包括激光发射器(6)、信号控制模块(7)、数据处理模块(8)、信号接收器(10)、信号发射器(9)、纵向转动控制模块(11)和横向转动控制模块(17)；

所述激光发射装置还配置有伸缩装置(12)，用于根据需要调节激光发射器(6)到适当高度。

3. 根据权利要求2所述的方法，其特征在于：所述伸缩装置(12)两端配置有滚轴(13)，滚轴(13)由外层环(14)、滚珠(15)和内层环(16)构成。

一种马鞍面建筑物的激光三维定位装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于光学定位技术领域,具体涉及一种马鞍面建筑物的激光三维定位装置及方法。

背景技术

[0002] 马鞍面建筑以其独有的空间活跃,曲面优美,布置灵活,受力合理等特点备受青睐。马鞍面建筑物中混凝土构件的截面尺寸、位移偏差、垂直度的控制均比普通混凝土结构工程困难许多,因此施工工艺复杂,施工质量较难控制。

发明内容

[0003] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种马鞍面建筑物的激光三维定位装置及方法。

[0004] 本发明的装置所采用的技术方案是:一种马鞍面建筑物的激光三维定位装置,其特征在于:包括激光发射装置、远程控制装置、活动机械臂;

[0005] 所述若干激光发射装置组成横向激光发射装置阵列,若干激光发射装置组成纵向激光发射装置阵列;所述活动机械臂为两个,方向相互垂直地设置在马鞍面建筑的两侧,其上分别固定设置有所述横向激光发射装置阵列和纵向激光发射装置阵列;

[0006] 所述远程控制装置用于控制激光发射装置发射激光的角度,从而确保马鞍面建筑的轴线所在马鞍面上每一点都能由两束激光的交点确定。

[0007] 本发明的方法所采用的技术方案是:一种马鞍面建筑物的激光三维定位方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0008] 步骤1:针对马鞍面建筑,其外部轮廓为双曲抛物面:

$$[0009] \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 2z;$$

[0010] 将双曲抛物面放入三维坐标系中,其坐标原点为马鞍面的顶点,取其第一象限进行研究;横向激光发射装置阵列和纵向激光发射装置阵列分别设置在x轴和z轴,横向激光发射装置阵列中的激光发射装置A₁和纵向激光发射装置阵列中的激光发射装置B₁与原点之间的距离均为1;激光发射装置A₁发射出的光束分别与x轴、y轴和z轴方向的夹角为α₁、α₂和α₃;激光发射装置B₁发射出的光束分别与x轴、y轴和z轴方向的夹角为β₁、β₂和β₃;两束激光的交点为P(x₀, y₀, z₀), P点在马鞍面建筑的轴线所在马鞍面上;假设x轴、y轴和z轴方向的单位向量分别为 \vec{e}_1 、 \vec{e}_2 和 \vec{e}_3 ,向量 $\overrightarrow{PA} = (l - x_0, -y_0, -z_0)$, $\overrightarrow{PB} = (-x_0, -y_0, l - z_0)$,则:

$$[0011] \alpha_1 = \arccos \frac{\vec{e}_1 \cdot \overrightarrow{PA}}{|\overrightarrow{PA}|}, \quad \alpha_2 = \arccos \frac{\vec{e}_2 \cdot \overrightarrow{PA}}{|\overrightarrow{PA}|}, \quad \alpha_3 = \arccos \frac{\vec{e}_3 \cdot \overrightarrow{PA}}{|\overrightarrow{PA}|};$$

$$[0012] \beta_1 = \arccos \frac{\vec{e}_1 \cdot \overrightarrow{PB}}{|\overrightarrow{PB}|}, \quad \beta_2 = \arccos \frac{\vec{e}_2 \cdot \overrightarrow{PB}}{|\overrightarrow{PB}|}, \quad \beta_3 = \arccos \frac{\vec{e}_3 \cdot \overrightarrow{PB}}{|\overrightarrow{PB}|};$$

[0013] 步骤2:设马鞍面建筑的高度为h,将高度分成n份;当 z_0 分别取0、 $\frac{h}{n}$ 、 $\frac{2h}{n}$ 、...、 h 时,对两束激光的偏角进行讨论;

[0014] 当 $z_0 = \frac{h}{n} \times m$ 时,0≤m≤n,随着 x_0 在(0, x_1)内变化,两束激光与x轴、y轴和z轴方向的夹角($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$)和($\beta_1, \beta_2, \beta_3$)将会随之发生变化;此时,分别绘制 $\alpha_2, \alpha_3, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ 随 α_1 的变化曲线图,确定它们之间的定量关系;

[0015] 步骤3:远程控制装置分别通过信号接收器与纵向转动控制模块和横向转动控制模块进行通信,分别调整纵向转动控制模块和横向转动控制模块的转动角度,进而对激光发射装置A₁和激光发射装置B₁发射出的光束与x轴、y轴和z轴方向的夹角进行实时调整,进而控制激光发射装置A₁发出激光光束与x轴的夹角 α_1 从0变到 α_0 时,由步骤2中的 β_i 和 α_j 与 α_1 的定量关系图,得到 $\alpha_2, \alpha_3, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ 的大小,这个过程由数据处理模块实现,其中,0< α_0 <180°,i=1,2,3,j=2,3;然后,由激光发射装置A₁中的信号发射器将计算出的 α_j 的大小发送到远程控制装置;同时,远程控制装置调整激光发射装置B_i发出激光光束的夹角 β_i 的大小;

[0016] 步骤4:激光发射装置A₁和激光发射装置B₁发射光束的偏角分别为 α_i 和 β_i 时,它们的交点为P其中,i=1,2,3;随着 α_1 的不断变化,P点的轨迹也在不断变化;同理,利用激光发射装置A_k和B_k对其他点进行定位,k=2,3...n;将这些轨迹点连接起来,就得到马鞍面建筑在z=z₀时的轴线;

[0017] 步骤5:当 z_0 遍历0, $\frac{h}{n}$, $\frac{2h}{n}$, ... h 这些值时,按照步骤4原理得到马鞍面建筑1不同高度的轴线;当n足够大时,这些轴线就组成马鞍面建筑1轴线所在的马鞍面。

[0018] 本发明的优点是:

[0019] 1,可以对马鞍面建筑的轴线进行精确定位,从而实时控制施工精度,方法简单,施工效率高。

[0020] 2,可以对建筑物的多个关键点进行定位,从而实现建筑物的三维重建。

附图说明

[0021] 图1为本发明实施例的马鞍面建筑物;

[0022] 图2为本发明实施例的定位原理图;

[0023] 图3和图4为本发明实施例的激光发射装置、滚轴和支撑装置;

[0024] 图5为本发明实施例的滚轴的结构详图;

[0025] 图6为本发明实施例的远程控制装置图;

[0026] 图7和图8为本发明实施例的激光发射装置阵列;

[0027] 图中,1为马鞍面建筑、2为轴线所在马鞍面、3为激光、4为横向激光发射装置阵列、5为纵向激光发射装置阵列、6为激光发射器、7为信号控制模块、8为数据处理模块、9为信号发射器、10为信号接收器、11为纵向转动控制模块、12为伸缩装置、13为滚轴、14为外层环、15为滚珠、16为内层环、17为横向转动控制模块、18为远程控制装置、19为活动机械臂。

具体实施方式

[0028] 为了便于本领域普通技术人员理解和实施本发明,下面结合附图及实施例对本发明作进一步的详细描述,应当理解,此处所描述的实施示例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0029] 请见图1-图8,本发明提供的一种马鞍面建筑物的激光三维定位装置,包括马鞍面建筑1、轴线所在马鞍面2、激光3、横向激光发射装置阵列4、纵向激光发射装置阵列5、伸缩装置12、滚轴13、远程控制装置18、活动机械臂19;

[0030] 激光发射装置阵列4由很多激光发射装置构成,激光发射装置包括激光发射器6、信号控制模块7、数据处理模块8、信号接收器10和/或信号发射器9、伸缩装置12;伸缩装置12两端配置有滚轴13,滚轴13由外层环14、滚珠15和内层环16构成;横向和纵向激光发射装置阵列4和5固定在活动机械臂19上面,每两个激光发射装置之间的距离可以根据需要调整;两个活动机械臂19设置在马鞍面建筑1的两侧,并且方向相互垂直;伸缩装置12用于根据需要调节激光发射器6到适当高度;两个激光发射装置A₁和B₁与原点之间的距离均为1;激光发射装置A₁发射出的光束分别与x轴、y轴和z轴方向的夹角为α₁、α₂和α₃;激光发射装置B₁发射出的光束分别与x轴、y轴和z轴方向的夹角为β₁、β₂和β₃;远程控制装置18可以对夹角α_i和β_i (i=1,2,3) 进行实时调整。轴线所在马鞍面2上的每一点都可以由两束激光的交点确定。

[0031] 请见图1和图2,本发明提供的一种马鞍面建筑物的激光三维定位方法,包括以下步骤:

[0032] 步骤1:针对马鞍面建筑1,其外部轮廓为双曲抛物面:

$$[0033] \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 2z;$$

[0034] 将双曲抛物面放入三维坐标系中,其坐标原点为马鞍面的顶点,取其第一象限进行研究;横向激光发射装置阵列4和纵向激光发射装置阵列5分别设置在x轴和z轴,横向激光发射装置阵列4中的激光发射装置A₁和纵向激光发射装置阵列5中的激光发射装置B₁与原点之间的距离均为1;激光发射装置A₁发射出的光束分别与x轴、y轴和z轴方向的夹角为α₁、α₂和α₃;激光发射装置B₁发射出的光束分别与x轴、y轴和z轴方向的夹角为β₁、β₂和β₃;两束激光的交点为P(x₀, y₀, z₀), P点在马鞍面建筑1的轴线所在马鞍面2上;假设x轴、y轴和z轴方向的单位向量分别为 \vec{e}_1 、 \vec{e}_2 和 \vec{e}_3 ,向量 $\overrightarrow{PA} = (l - x_0, -y_0, -z_0)$, $\overrightarrow{PB} = (-x_0, -y_0, l - z_0)$,则:

$$[0035] \alpha_1 = \arccos \frac{\vec{e}_1 \cdot \overrightarrow{PA}}{|\overrightarrow{PA}|}, \quad \alpha_2 = \arccos \frac{\vec{e}_2 \cdot \overrightarrow{PA}}{|\overrightarrow{PA}|}, \quad \alpha_3 = \arccos \frac{\vec{e}_3 \cdot \overrightarrow{PA}}{|\overrightarrow{PA}|};$$

$$[0036] \beta_1 = \arccos \frac{\vec{e}_1 \cdot \overrightarrow{PB}}{|\overrightarrow{PB}|}, \quad \beta_2 = \arccos \frac{\vec{e}_2 \cdot \overrightarrow{PB}}{|\overrightarrow{PB}|}, \quad \beta_3 = \arccos \frac{\vec{e}_3 \cdot \overrightarrow{PB}}{|\overrightarrow{PB}|};$$

[0037] 步骤2:假设马鞍面建筑物1的高度为h,然后将高度分成n份。当z₀分别取0, $\frac{h}{n}$, $\frac{2h}{n}$, ..., h时,对两束激光的偏角进行讨论。当 $z_0 = \frac{h}{n} \times m$ (0 ≤ m ≤ n) 时,随着x₀在(0, x₁) 内变化,两束激光与x轴、y轴和z轴方向的夹角(α₁, α₂, α₃) 和(β₁, β₂, β₃) 将会随之发生变化。此时,分别绘制α₂, α₃, β₁, β₂, β₃随α₁的变化曲线图,确定它们之间的定量关系。

[0038] 步骤3：远程控制装置18分别通过信号接收器10与纵向转动控制模块11和横向转动控制模块17进行通信，分别调整纵向转动控制模块11和横向转动控制模块17的转动角度，进而对激光发射装置A₁和B₁发射出的光束与x轴、y轴和z轴方向的夹角进行实时调整，进而控制激光发射装置A₁发出激光光束与x轴的夹角α₁从0变到α₀ (0<α₀<180°)时，由步骤2中的β_i (i=1,2,3) 和α_i (i=2,3) 与α₁的定量关系图，可以得到α₂, α₃, β₁, β₂, β₃的大小，这个过程由数据处理模块8实现；然后，由激光发射装置A₁中的信号发射器9将计算出的α_i (i=2,3) 的大小发送到远程控制装置18；同时，远程控制装置18调整激光发射装置B_i发出激光光束的夹角β_i (i=1,2,3) 的大小；

[0039] 步骤4：激光发射装置A₁和B₁发射光束的偏角分别为α_i 和β_i (i=1,2,3) 时，它们的交点为P。随着α₁的不断变化，P点的轨迹也在不断变化。同理，可以利用激光发射装置A_i和B_i (i=2,3...n) 对其他关键点进行定位。将这些轨迹点连接起来，就可得到马鞍面建筑在z=z₀时的轴线。

[0040] 步骤5：当z₀遍历0, $\frac{h}{n}$, $\frac{2h}{n}$, ... h 这些值时，按照步骤4中的操作就可以得到马鞍面建筑不同高度的轴线。当n足够大时，这些轴线就可以扫略马鞍面建筑轴线所在的马鞍面，进而就可以进行精确的施工。

[0041] 尽管本说明书较多地使用了马鞍面建筑1、轴线所在马鞍面2、激光3、横向激光发射装置阵列4、纵向激光发射装置阵列5、激光发射器6、信号控制模块7、数据处理模块8、信号发射器9、信号接收器10、纵向转动控制模块11、伸缩装置12、滚轴13、外层环14、滚珠15、内层环16、横向转动控制模块17、远程控制装置18、活动机械臂19等术语，但并不排除使用其他术语的可能性。使用这些术语仅仅是为了更方便的描述本发明的本质，把它们解释成任何一种附加的限制都是与本发明精神相违背的。

[0042] 应当理解的是，本说明书未详细阐述的部分均属于现有技术。

[0043] 应当理解的是，上述针对较佳实施例的描述较为详细，并不能因此而认为是对本发明专利保护范围的限制，本领域的普通技术人员在本发明的启示下，在不脱离本发明权利要求所保护的范围情况下，还可以做出替换或变形，均落入本发明的保护范围之内，本发明的请求保护范围应以所附权利要求为准。

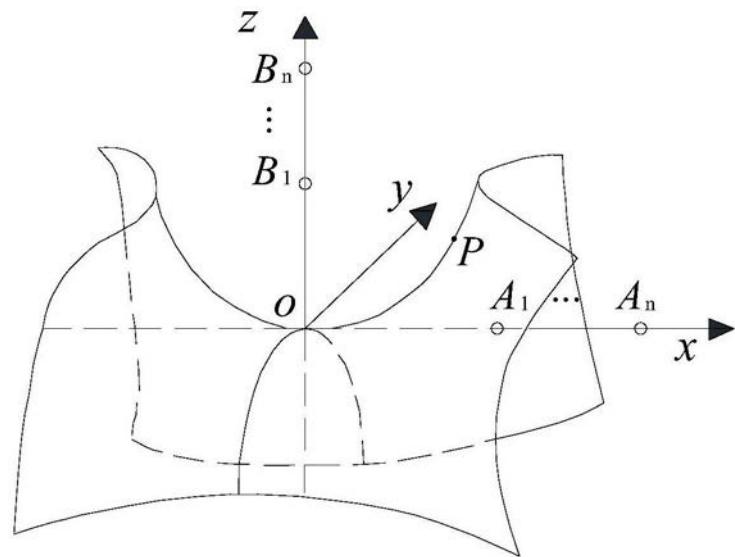


图1

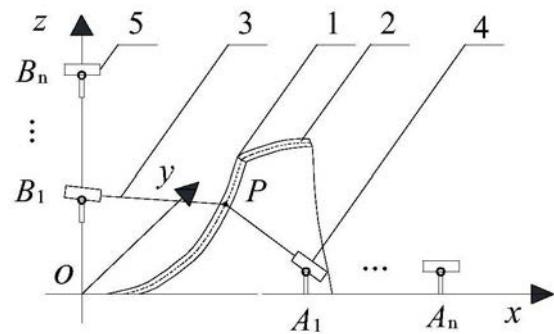


图2

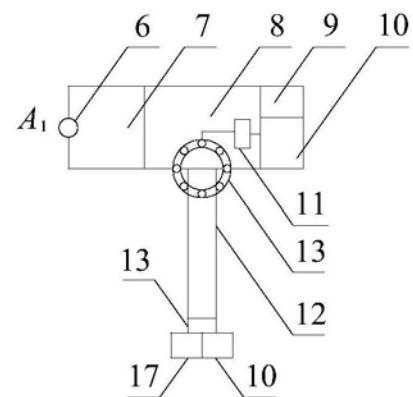


图3

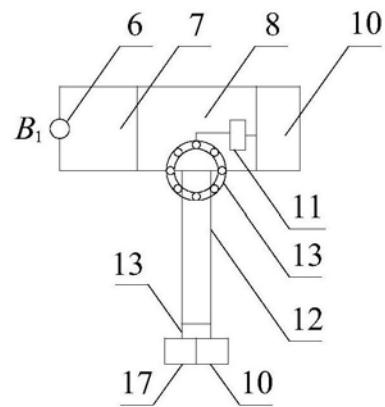


图4

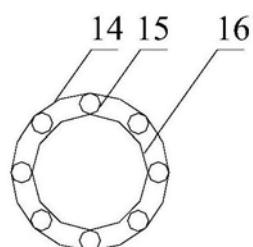


图5

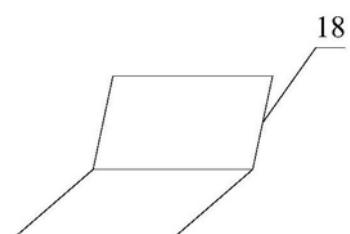


图6

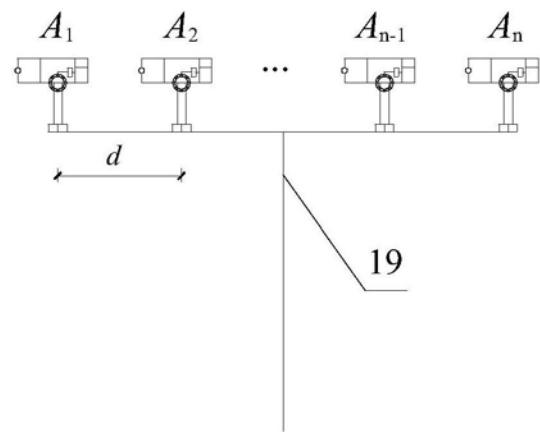


图7

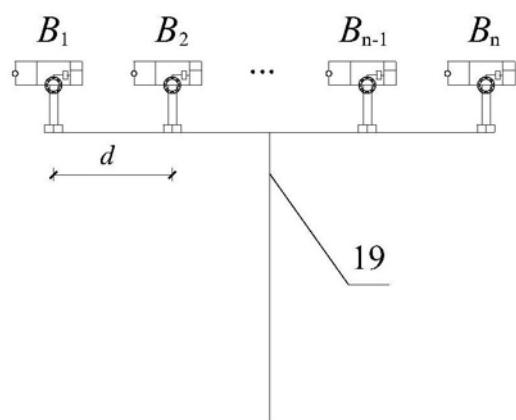


图8