



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107229808 B

(45)授权公告日 2019.06.25

(21)申请号 201710562524.3

(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 107229808 A

(43)申请公布日 2017.10.03

(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.

G06F 17/50(2006.01)

G06T 17/30(2006.01)

(56)对比文件

JP 2016182316 A,2016.10.20,

CN 204833328 U,2015.12.02,

CN 101063610 B,2010.09.08,

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),

审查员 肖亦然

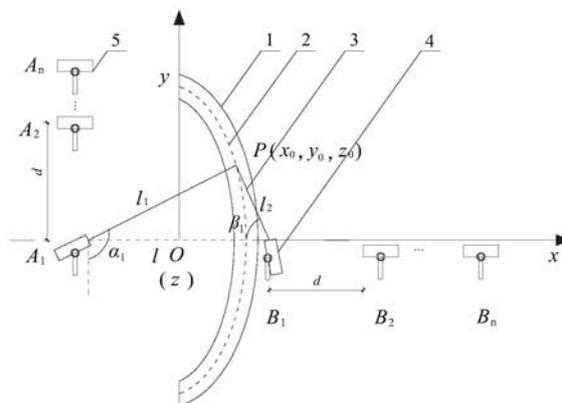
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

一种椭圆曲面建筑物红外线三维定位装置及定位施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种椭圆曲面建筑物的红外线三维定位装置及定位施工方法,装置由红外线发射装置阵列、滚轴、转动控制模块、伸缩装置和远程控制装置构成,能对曲面建筑的轴线进行精确定位;方法首先将椭圆曲面建筑物轴线所在曲面在水平方向和竖直方向分别分成m份和n层,共计分成m×n份;然后,根据每一份曲面建筑的高度和曲率变化计算加工足够多块小面板;接着,在最下面一层将小面板沿着轴线方向进行水平拼接,然后利用螺栓固定,组成模板;拼接过程中由红外线三维定位装置进行定位安装,在最下面一层模板安装完毕后,进行混凝土浇注,施工完毕后,将轴线所在曲面两侧的模板的高度提高一层,再进行下一层的施工,直至到达建筑物的高度h。



1. 一种椭圆曲面建筑物的红外线三维定位施工方法, 采用椭圆曲面建筑物的红外线三维定位装置;

其特征在于: 所述装置包括红外线发射装置、远程控制装置 (18)、活动机械臂 (19);

若干所述红外线发射装置组成横向红外线发射装置阵列 (4), 若干红外线发射装置组成纵向红外线发射装置阵列 (5); 所述活动机械臂 (19) 为两个, 方向相互垂直地设置在椭圆曲面建筑 (1) 的两侧, 其上分别固定设置有所述横向红外线发射装置阵列 (4) 和纵向红外线发射装置阵列 (5);

所述远程控制装置 (18) 用于控制红外线发射装置发射红外线 (3) 的角度, 从而确保椭圆曲面建筑 (1) 的轴线所在曲面 (2) 上每一点都能由两束红外线的交点确定;

所述方法包括以下步骤:

步骤1: 设计椭圆曲面建筑物模板;

设椭圆曲面建筑的厚度为 t , 外部轮廓为椭圆:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1;$$

首先, 将椭圆曲面建筑的轴线所在曲面在水平方向分成 m 份; 然后, 在高度方向分成 n 层, 每层的高度为 $h_0 = \frac{h}{n}$, 即一块曲面小面板的高度; 此时, 椭圆曲面建筑被分成 $m \times n$ 份, 即它可由 $m \times n$ 块曲面小面板拼接构成; 接着将每一份曲面小面板的4个顶点设为关键点; 最后, 根据每一份曲面小面板的曲率变化和每层的高度计算加工足够多块曲面小面板;

步骤2: 定位椭圆曲面建筑的轴线;

设红外线发射装置 A_i 和红外线发射装置 B_i 发射出的光束分别与 y 轴和 x 轴方向的夹角为 α_i 和 β_i ; 它们与 z 轴的夹角分别为 γ_i 和 λ_i ; 其中, $i = 1, 2, \dots, n$;

首先取 $z_0 = 0$ 的平面进行研究, 在这个平面内, 两束红外线的交点为 $P(x_0, y_0, 0)$, A_1P 的长度为 l_1 , B_1P 的长度为 l_2 , 焦距为 l , 半长轴为 a ;

解方程组 (1) 和 (2):

$$l_1 + l_2 = 2a \quad (1);$$

$$l_1 \cos\left(\alpha_1 - \frac{\pi}{2}\right) + l_2 \cos \beta_1 = l \quad (2);$$

可得:

$$\beta_1 = \arccos \frac{l - l_1 \sin \alpha_1}{2a - l_1} \quad (3);$$

当 $z_0 = \frac{ih}{n}, i = 1, 2, 3 \dots n$ 时, 将 $P(x_0, y_0, z_0)$ 点在 xOy 平面内投影得到 $P'(x_0, y_0, 0)$, 假定 A_2P' 的长度为 x_1 , B_2P' 的长度为 x_2 ;

由余弦定理可得:

$$\cos(\pi - \alpha_1) = \frac{d^2 + l_1^2 - x_1^2}{2dl_1};$$

其中, d 表示横向红外线发射装置阵列 (4) 和纵向红外线发射装置阵列 (5) 中相邻两个红外线发射装置之间的距离; l_1 表示 A_1P 的长度;

由正弦定理可得：

$$\frac{l_1}{\sin \alpha_2} = \frac{x_1}{\sin \alpha_1};$$

即：

$$\alpha_2 = \arcsin \frac{l_1 \sin \alpha_1}{\sqrt{d^2 + l_1^2 + 2dl_1 \cos \alpha_1}};$$

同理，可得：

$$\beta_2 = \arcsin \frac{l_2 \sin \beta_1}{\sqrt{d^2 + l_2^2 + 2dl_2 \cos \beta_1}};$$

此时，

$$\gamma_2 = \arctan \frac{z_0}{\sqrt{d^2 + l_1^2 + 2dl_1 \cos \alpha_1}}, \quad \lambda_2 = \arctan \frac{z_0}{\sqrt{d^2 + l_2^2 + 2dl_2 \cos \beta_1}};$$

远程控制装置(18)通过红外线发射装置 A_i 中的信号接收器(10)与 A_i 中的纵向转动控制模块(11)和横向转动控制模块(17)进行通信，控制纵向转动控制模块(11)和横向转动控制模块(17)的转动角度，进而对 α_i 、 β_i 、 γ_i 和 λ_i 进行实时调整；逐一对轴线上的关键点进行定位；随着 x_0 、 y_0 和 z_0 的不断变化， α_i 、 β_i 、 γ_i 和 λ_i 跟着变化，此时，P点的轨迹也在不断变化，将这些轨迹点连接起来，得到椭圆曲面建筑的轴线；

步骤3：安装椭圆曲面建筑物模板；

首先，在最下面一层将曲面小面板沿着轴线方向进行水平拼接，然后固定，组成模板，此模板距离轴线所在曲面的距离为 $\frac{t}{2}$ ；然后在距离轴线所在曲面为 $\frac{t}{2}$ 的另外一侧设置相同模板；

步骤4：椭圆曲面建筑物的施工；

在最下面一层模板安装完毕后，进行混凝土浇注，施工完毕后，将轴线所在曲面两侧的模板的高度从 $\frac{h}{n}$ 提高到 $\frac{2h}{n}$ ，再进行下一层的施工，直至到达建筑物的高度 h 。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：所述红外线发射装置包括红外线发射器(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)、纵向转动控制模块(11)、横向转动控制模块(17)；

所述红外线发射装置还配置有伸缩装置(12)，用于根据需要调节红外线发射器(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。

一种椭圆曲面建筑物红外线三维定位装置及定位施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于光学定位技术领域,具体涉及一种椭圆曲面建筑物的红外线三维定位施工方法。

背景技术

[0002] 由于椭圆曲面建筑物的外部轮廓美观,并且受力性能良好,目前,化工厂、大型会展中心和剧院均有采用椭圆曲面的外形设计。曲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] 本发明的装置所采用的技术方案是:一种椭圆曲面建筑物的红外线三维定位装置,其特征在于:包括红外线发射装置、远程控制装置、活动机械臂;

[0004] 所述若干红外线发射装置组成横向红外线发射装置阵列,若干红外线发射装置组成纵向红外线发射装置阵列;所述活动机械臂为两个,方向相互垂直地设置在椭圆曲面建筑的两侧,其上分别固定设置有所述横向红外线发射装置阵列和纵向红外线发射装置阵列;

[0005] 所述远程控制装置用于控制红外线发射装置发射红外线的角度,从而确保椭圆曲面建筑的轴线所在曲面上每一点都能由两束红外线的交点确定。

[0006] 本发明的方法所采用的技术方案是:一种椭圆曲面建筑物的红外线三维定位施工方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0007] 步骤1:设计椭圆曲面建筑物模板;

[0008] 设椭圆曲面建筑的厚度为 t ,外部轮廓为椭圆:

$$[0009] \quad \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1;$$

[0010] 首先,将椭圆曲面建筑的轴线所在曲面在水平方向分成 m 份;然后,在高度方向分成 n 层,每层的高度为 $h_0 = \frac{h}{n}$,即一块曲面小面板的高度;此时,椭圆曲面建筑被分成 $m \times n$

份,即它可由 $m \times n$ 块曲面小面板拼接构成;接着将每一份曲面小面板的4个顶点设为关键点;最后,根据每一份曲面小面板的曲率变化和每层的高度计算加工足够多块曲面小面板;

[0011] 步骤2:定位椭圆曲面建筑的轴线;

[0012] 设红外线发射装置 A_i 和红外线发射装置 B_i 发射出的光束分别与 y 轴和 x 轴方向的夹角为 α_i 和 β_i ;它们与 z 轴的夹角分别为 γ_i 和 λ_i ;其中, $i=1,2,\dots,n$;

[0013] 首先取 $z_0=0$ 的平面进行研究,在这个平面内,两束红外线的交点为 $P(x_0, y_0, 0)$, A_iP 的长度为 l_1 , B_iP 的长度为 l_2 ,焦距为 l ,半长轴为 a ;

[0014] 解方程组(1)和(2):

[0015] $l_1 + l_2 = 2a$ (1);

[0016] $l_1 \cos\left(\alpha_1 - \frac{\pi}{2}\right) + l_2 \cos \beta_1 = l$ (2);

[0017] 可得:

[0018] $\beta_1 = \arccos \frac{l - l_1 \sin \alpha_1}{2a - l_1}$ (3);

[0019] 当 $z_0 = \frac{ih}{n}$, $i = 1, 2, 3 \dots n$ 时, 将 $P(x_0, y_0, z_0)$ 点在 xoy 平面内投影得到 $P'(x_0, y_0, 0)$, 假定

A_2P' 的长度为 x_1 , B_2P' 的长度为 x_2 ;

[0020] 由余弦定理可得:

[0021] $\cos(\pi - \alpha_1) = \frac{d^2 + l_1^2 - x_1^2}{2dl_1}$;

[0022] 其中, d 表示横向红外线发射装置阵列和纵向红外线发射装置阵列中相邻两个红外线发射装置之间的距离; l_1 表示 A_1P 的长度。

[0023] 由正弦定理可得:

[0024] $\frac{l_1}{\sin \alpha_2} = \frac{x_1}{\sin \alpha_1}$;

[0025] 即:

[0026] $\alpha_2 = \arcsin \frac{l_1 \sin \alpha_1}{\sqrt{d^2 + l_1^2 + 2dl_1 \cos \alpha_1}}$;

[0027] 同理, 可得:

[0028] $\beta_2 = \arcsin \frac{l_2 \sin \beta_1}{\sqrt{d^2 + l_2^2 + 2dl_2 \cos \beta_1}}$;

[0029] 此时,

[0030] $\gamma_2 = \arctan \frac{z_0}{\sqrt{d^2 + l_1^2 + 2dl_1 \cos \alpha_1}}$, $\lambda_2 = \arctan \frac{z_0}{\sqrt{d^2 + l_2^2 + 2dl_2 \cos \beta_1}}$;

[0031] 远程控制装置通过红外线发射装置 A_i 中的信号接收器与 A_i 中的纵向转动控制模块和横向转动控制模块进行通信, 控制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 α_i 、 β_i 、 γ_i 和 λ_i 进行实时调整; 逐一对轴线上的关键点进行定位; 随着 x_0 、 y_0 和 z_0 的不断变化, α_i 、 β_i 、 γ_i 和 λ_i 跟着变化, 此时, P 点的轨迹也在不断变化, 将这些轨迹点连接起来, 得到椭圆曲面建筑的轴线;

[0032] 步骤3: 安装椭圆曲面建筑物模板;

[0033] 首先, 在最下面一层将曲面小面板沿着轴线方向进行水平拼接, 然后固定, 组成模板, 此模板距离轴线所在曲面的距离为 $\frac{t}{2}$; 然后在距离轴线所在曲面为 $\frac{t}{2}$ 的另外一侧设置相同模板;

[0034] 步骤4: 椭圆曲面建筑物的施工;

[0035] 在最下面一层模板安装完毕后, 进行混凝土浇注, 施工完毕后, 将轴线所在曲面两

侧的模板的高度从 $\frac{h}{n}$ 提高到 $\frac{2h}{n}$,再进行下一层的施工,直至到达建筑物的高度 h 。

[0036] 本发明的优点是:

[0037] 1:可以对曲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;

[0038] 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

[0039] 图1和图2均为本发明实施例的方法原理图;

[0040] 图3和图4为本发明实施例的红外线发射装置图;

[0041] 图5为本发明实施例的滚轴的结构详图;

[0042] 图6为本发明实施例的远程控制装置图;

[0043] 图7为本发明实施例的曲面建筑图;

[0044] 图8和图9为本发明实施例的红外线发射装置阵列;

[0045] 图10为本发明实施例的 β_1 随 α_1 变化的曲线图;

[0046] 图11为本发明实施例的 β_2 随 α_2 变化的曲线图;

[0047] 图12为本发明实施例的 γ_2 随 α_2 变化的曲线图;

[0048] 图13为本发明实施例的 λ_2 随 α_2 变化的曲线图。

[0049] 图中,1为椭圆曲面建筑、2为轴线所在曲面、3为红外线、4为横向红外线发射装置阵列、5为纵向红外线发射装置阵列、6为红外线发射器、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

[0050] 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,此处所描述的实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0051] 请见图3-图9,本发明提供一种椭圆曲面建筑物的红外线三维定位装置,包括椭圆曲面建筑1、轴线所在曲面2、红外线3、横向红外线发射装置阵列4、纵向红外线发射装置阵列5、伸缩装置12、滚轴13、远程控制装置18、活动机械臂19;

[0052] 红外线发射装置阵列4由很多红外线发射装置构成,红外线发射装置包括红外线发射器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;横向和纵向红外线发射装置阵列4和5固定在活动机械臂19上面,每两个红外线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设置在椭圆曲面建筑1的两侧,并且方向相互垂直;伸缩装置12用于根据需要调节红外线发射器6到适当高度;两个红外线发射装置 A_i 和 B_i 之间的距离为 l ;红外线发射装置 A_i 和 B_i 发射出的光束分别与 y 轴和 x 轴方向的夹角为 α_i 和 β_i ;它们与 z 轴的夹角分别为 γ_i 和 λ_i ;远程控制装置18可以对夹角 α_i 、 β_i 、 γ_i 和 λ_i 进行实时调整;轴线

所在曲面2上的每一点都可以由两束红外线的交点确定。

[0053] 请见图1和图2,本发明提供一种椭圆曲面建筑物的红外线三维定位施工方法,包括以下步骤:

[0054] 步骤1:设计椭圆曲面建筑物模板;

[0055] 设椭圆曲面建筑的厚度为 t ,外部轮廓为椭圆:

$$[0056] \quad \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1;$$

[0057] 首先,将椭圆曲面建筑的轴线所在曲面在水平方向分成 m 份;然后,在高度方向分成 n 层,每层的高度为 $h_0 = \frac{h}{n}$,即一块曲面小面板的高度;此时,椭圆曲面建筑被分成 $m \times n$

份,即它可由 $m \times n$ 块曲面小面板拼接构成,如图7所示;接着将每一份曲面小面板的4个顶点设为关键点;最后,根据每一份曲面小面板的曲率变化和每层的高度计算加工足够多块曲面小面板;

[0058] 步骤2:定位椭圆曲面建筑的轴线;

[0059] 设红外线发射装置 A_i 和红外线发射装置 B_i 发射出的光束分别与 y 轴和 x 轴方向的夹角为 α_i 和 β_i ;它们与 z 轴的夹角分别为 γ_i 和 λ_i ;其中, $i=1,2,\dots,n$;

[0060] 首先取 $z_0=0$ 的平面进行研究,在这个平面内,两束红外线的交点为 $P(x_0, y_0, 0)$, A_1P 的长度为 l_1 , B_1P 的长度为 l_2 ,焦距为 l ,半长轴为 a ;

[0061] 解方程组(1)和(2):

$$[0062] \quad l_1 + l_2 = 2a \quad (1);$$

$$[0063] \quad l_1 \cos\left(\alpha_1 - \frac{\pi}{2}\right) + l_2 \cos \beta_1 = l \quad (2);$$

[0064] 可得:

$$[0065] \quad \beta_1 = \arccos \frac{l - l_1 \sin \alpha_1}{2a - l_1} \quad (3);$$

[0066] 当 $z_0 = \frac{ih}{n}, i=1,2,3,\dots,n$ 时,将 $P(x_0, y_0, z_0)$ 点在 xOy 平面内投影得到 $P'(x_0, y_0, 0)$,假定

A_2P' 的长度为 x_1 , B_2P' 的长度为 x_2 ;

[0067] 由余弦定理可得:

$$[0068] \quad \cos(\pi - \alpha_1) = \frac{d^2 + l_1^2 - x_1^2}{2dl_1};$$

[0069] 其中, d 表示横向红外线发射装置阵列4和纵向红外线发射装置阵列5中相邻两个红外线发射装置之间的距离; l_1 表示 A_1P 的长度。

[0070] 由正弦定理可得:

$$[0071] \quad \frac{l_1}{\sin \alpha_2} = \frac{x_1}{\sin \alpha_1};$$

[0072] 即:

$$[0073] \quad \alpha_2 = \arcsin \frac{l_1 \sin \alpha_1}{\sqrt{d^2 + l_1^2 + 2dl_1 \cos \alpha_1}};$$

[0074] 同理,可得:

$$[0075] \quad \beta_2 = \arcsin \frac{l_2 \sin \beta_1}{\sqrt{d^2 + l_2^2 + 2dl_2 \cos \beta_1}};$$

[0076] 此时,

$$[0077] \quad \gamma_2 = \arctan \frac{z_0}{\sqrt{d^2 + l_1^2 + 2dl_1 \cos \alpha_1}}, \quad \lambda_2 = \arctan \frac{z_0}{\sqrt{d^2 + l_2^2 + 2dl_2 \cos \beta_1}};$$

[0078] 远程控制装置(18)通过红外线发射装置 A_i 中的信号接收器(10)与 A_i 中的纵向转动控制模块(11)和横向转动控制模块(17)进行通信,控制纵向转动控制模块(11)和横向转动控制模块(17)的转动角度,进而对 α_i 、 β_i 、 γ_i 和 λ_i 进行实时调整;逐一对轴线上的关键点进行定位;随着 x_0 、 y_0 和 z_0 的不断变化, α_i 、 β_i 、 γ_i 和 λ_i 跟着变化,此时,P点的轨迹也在不断变化,将这些轨迹点连接起来,得到椭圆曲面建筑的轴线;图10-13为 $a=5$ 、 $b=3$ 、 $z_0=2$ 和 $d=3$ 时, β_i 、 γ_i 和 λ_i 随 α_i 的变化曲线。

[0079] 步骤3:安装椭圆曲面建筑物模板;

[0080] 首先,在最下面一层将曲面小面板沿着轴线方向进行水平拼接,然后固定,组成模板,此模板距离轴线所在曲面的距离为 $\frac{t}{2}$;然后在距离轴线所在曲面为 $\frac{t}{2}$ 的另外一侧设置相同模板;

[0081] 步骤4:椭圆曲面建筑物的施工;

[0082] 在最下面一层模板安装完毕后,进行混凝土浇注,施工完毕后,将轴线所在曲面两侧的模板的高度从 $\frac{h}{n}$ 提高到 $\frac{2h}{n}$,再进行下一层的施工,直至到达建筑物的高度 h 。

[0083] 尽管本说明书较多地使用了椭圆曲面建筑1、轴线所在曲面2、红外线3、横向红外线发射装置阵列4、纵向红外线发射装置阵列5、红外线发射器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。

[0084] 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。

[0085] 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。

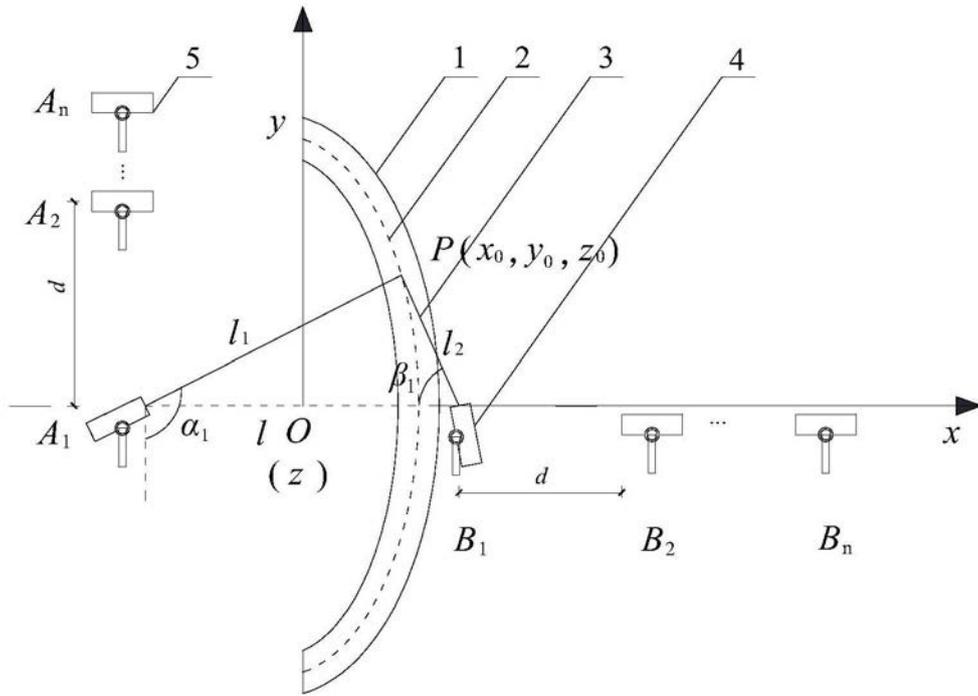


图1

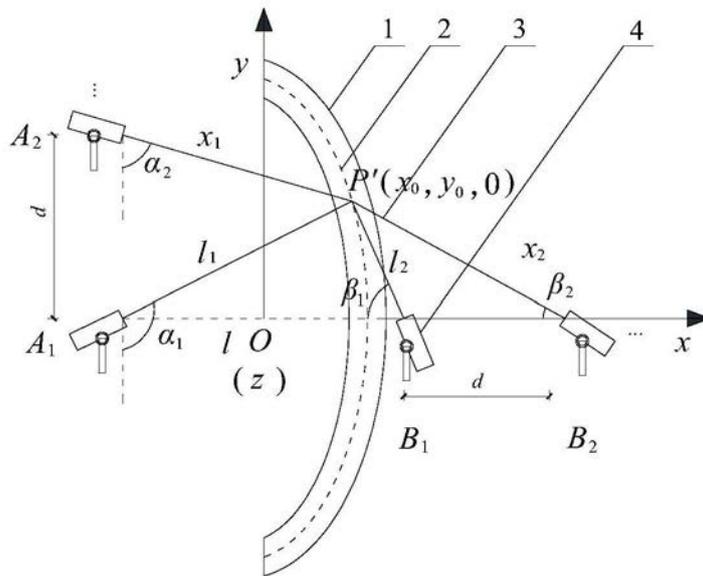


图2

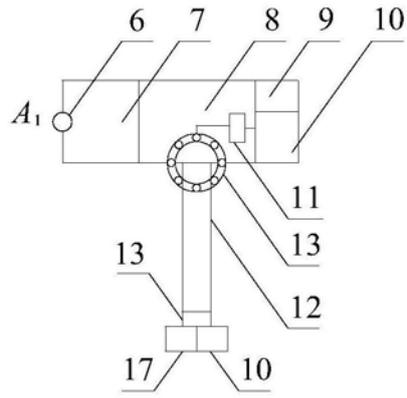


图3

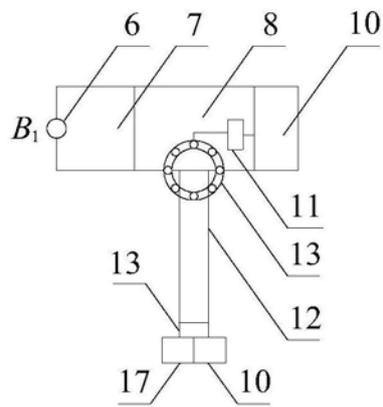


图4

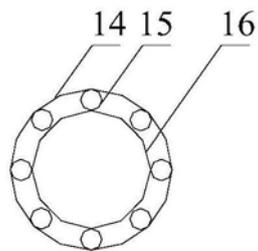


图5

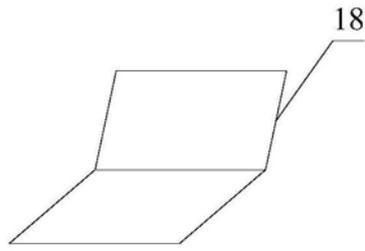


图6

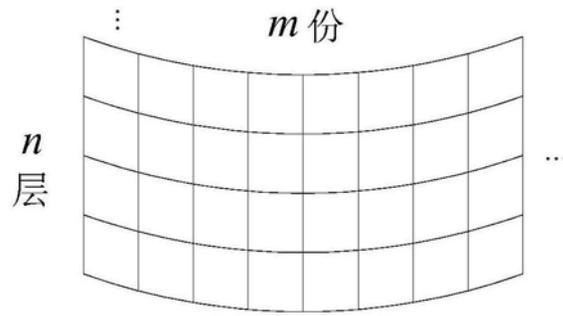


图7

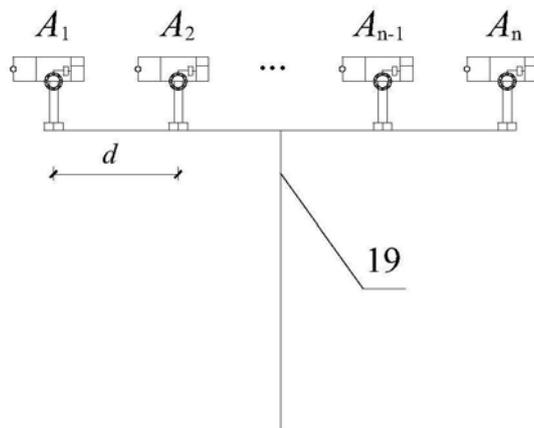


图8

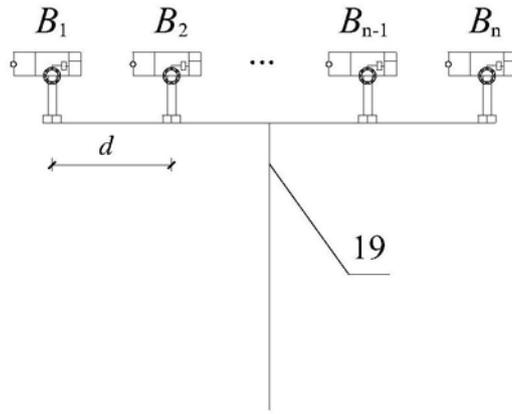


图9

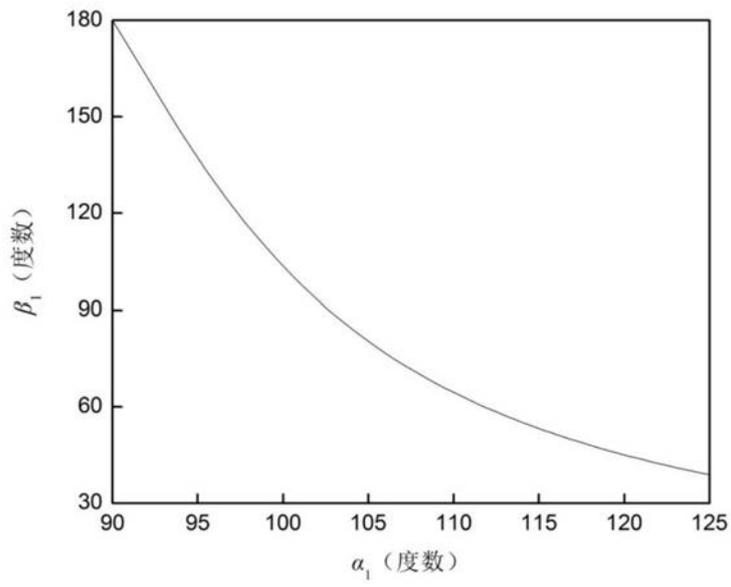


图10

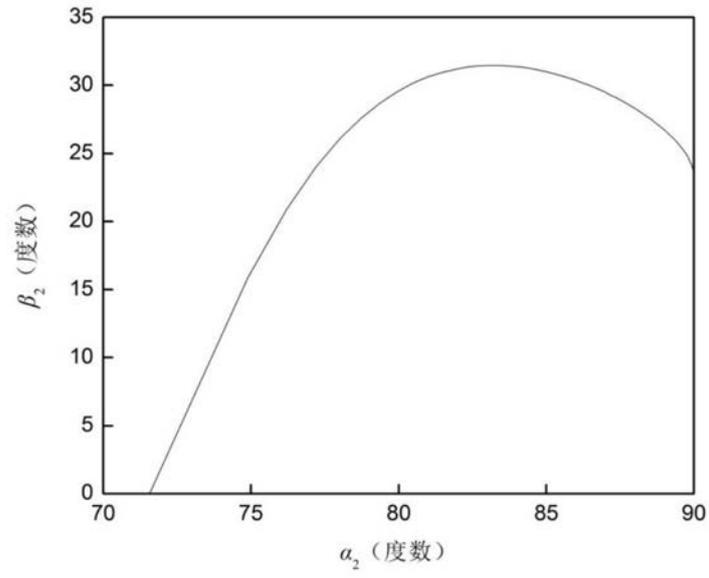


图11

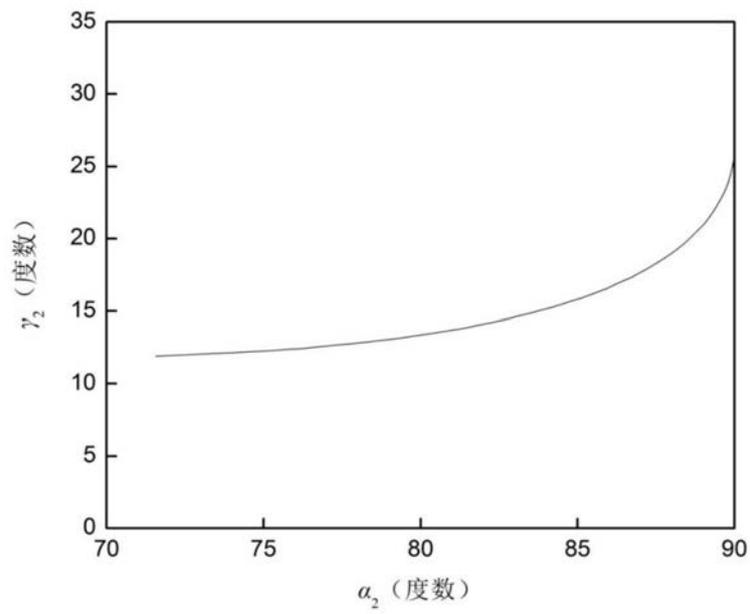


图12

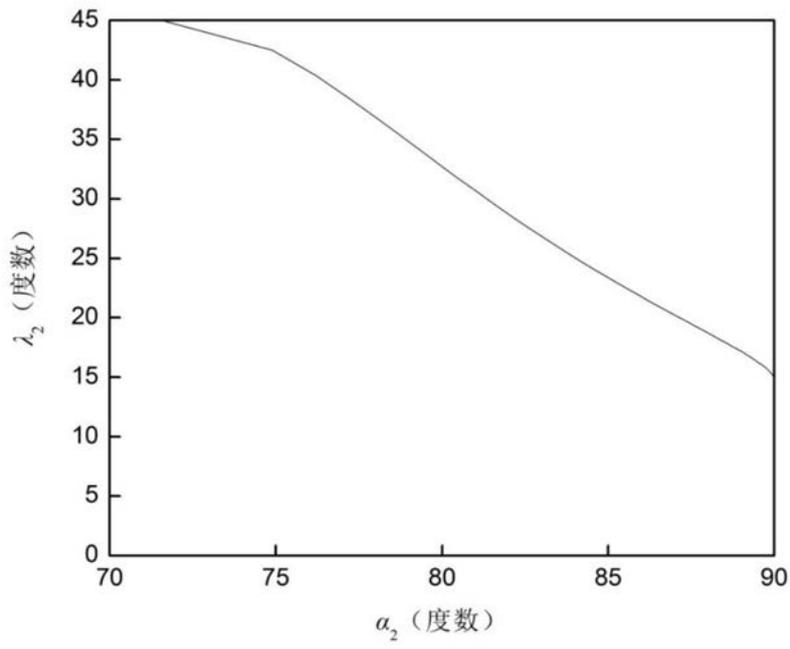


图13