



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106548510 A

(43)申请公布日 2017.03.29

(21)申请号 201610976264.X

(22)申请日 2016.11.07

(71)申请人 上海岩土工程勘察设计研究院有限公司

地址 202150 上海市崇明县崇明工业园区秀山路258号

(72)发明人 王令文 张幸铖 许正文 杨璐璟 黄宝森 高志强

(74)专利代理机构 上海伯瑞杰知识产权代理有限公司 31227

代理人 唐燕洁

(51)Int.Cl.

G06T 17/00(2006.01)

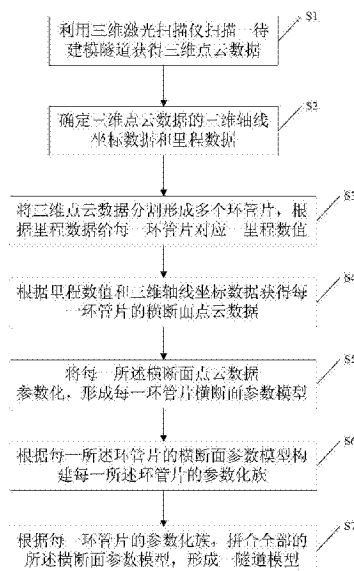
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

盾构隧道结构模型生成方法

(57)摘要

本发明提供一种盾构隧道结构模型生成方法,包括步骤:利用一三维激光扫描仪扫描一待建模隧道获得初始点云数据;确定所述初始点云数据的三维轴线坐标数据和里程数据;将所述初始点云数据分割形成多个环管片,并根据所述里程数据给每一所述环管片对应一里程数值;根据所述里程数值和所述三维轴线坐标数据获得每一所述环管片的横断面点云数据;将每一所述横断面点云数据参数化,形成每一所述环管片的横断面参数模型;构建每一所述环管片的参数化族;拼合全部的所述横断面参数模型,形成一隧道结构模型。本发明的一种盾构隧道结构模型生成方法,其结构模型与真实的隧道一致,且其数据量小,具有精确度高、模型可分割、便于管理与查询的优点。



1. 一种盾构隧道结构模型生成方法,包括步骤:

S1: 利用一三维激光扫描仪扫描一待建模隧道获得所述待建模隧道的一三维点云数据;

S2: 确定所述三维点云数据的三维轴线坐标数据和里程数据;

S3: 将所述三维点云数据分割形成多个环管片,并根据所述里程数据给每一所述环管片对应一里程数值;

S4: 根据所述里程数值和所述三维轴线坐标数据获得每一所述环管片的横断面点云数据;

S5: 将每一所述横断面点云数据参数化,形成每一所述环管片的横断面参数模型;

S6: 构建每一所述环管片的参数化族;

S7: 根据所述参数化族,拼合全部的所述横断面参数模型,形成一隧道结构模型。

2. 根据权利要求1所述的盾构隧道结构模型生成方法,其特征在于,所述步骤S4进一步包括:

S41: 根据所述里程数据和所述三维轴线坐标数据插值计算获得每一所述环管片的管片中心三维坐标和管片法向量;

S42: 根据每一所述环管片所对应的管片中心三维坐标、所述管片法向量和管片长度数据,通过投影计算获得每一所述环管片的所述横断面点云数据。

3. 根据权利要求2所述的盾构隧道结构模型生成方法,其特征在于,所述步骤S5进一步包括:

S51: 利用图像识别技术将当前一所述横断面点云数据分为多段,获得多个圆弧段;

S52: 对当前所述圆弧段进行圆弧拟合,获得各圆弧段的拟合圆心坐标点和拟合半径;

S53: 建立每一所述环管片的横断面参数模型 F_n :

$$F_n = \begin{cases} (X_{1j} - x_1)^2 + (Y_{1j} - y_1)^2 = R_1^2 \\ (X_{2j} - x_2)^2 + (Y_{2j} - y_2)^2 = R_2^2; \\ \dots \dots \\ (X_{ij} - x_i)^2 + (Y_{ij} - y_i)^2 = R_i^2 \end{cases}$$

其中, $1 \leq n \leq$ 环管片数量且 n 为自然数; F_n 为第 n 所述环管片的横断面参数模型; i 为第 n 所述环管片的圆弧分段数; (x_i, y_i) 为第 n 所述环管片的第 i 圆弧段的中心坐标点; R_i 为第 n 所述环管片的第 i 圆弧段的拟合半径; j 为第 n 所述环管片第 i 圆弧段的横断面点的个数; (X_{ij}, Y_{ij}) 为第 n 所述环管片的第 j 点的拟合圆心坐标点。

4. 根据权利要求3所述的盾构隧道结构模型生成方法,其特征在于,所述步骤S6中,根据每一所述环管片的拟合圆心坐标点、所述拟合半径、所述管片长度数据和一管片厚度数据构建每一所述环管片的参数化族。

5. 根据权利要求3所述的盾构隧道结构模型生成方法,其特征在于,所述步骤S7中,根据每一所述环管片的参数化族、管片中心三维坐标和管片法向量,拼合全部的所述横断面参数模型,形成所述隧道结构模型。

盾构隧道结构模型生成方法

技术领域

[0001] 本发明涉及盾构建模领域,尤其涉及一种盾构隧道结构模型生成方法。

背景技术

[0002] 目前,点云数据的三维重建最常用的方法是通过三角网格模型进行近似模拟。该方法具有较好的适用性,能够准确、精细地再现物体表面,但数据量极大。对于几百公里长的隧道而言,无法采用三角网格法重建三维模型。并且通过三角网格方法构建的模型很难进行分割,不利于管理与查询。

[0003] 另一方面通过BIM技术构建的模型虽然数据量较小,可实现协同化管理,但常规的隧道BIM模型都是通过设计值构建,与实际的隧道存在偏差。无法用于变形分析。

发明内容

[0004] 针对上述现有技术中的不足,本发明提供一种盾构隧道结构模型生成方法,其结构模型与真实的隧道一致,且其数据量小,具有精确度高、模型可分割、便于管理与查询的优点。

[0005] 为了实现上述目的,本发明提供一种盾构隧道结构模型生成方法,包括步骤:

[0006] S1:利用一三维激光扫描仪扫描一待建模隧道获得所述待建模隧道的一三维点云集并形成一三维点云数据;

[0007] S2:确定所述三维点云数据的三维轴线坐标数据和里程数据;

[0008] S3:将所述三维点云数据分割形成多个环管片,并根据所述里程数据给每一所述环管片对应一里程数值;

[0009] S4:根据所述里程数值和所述三维轴线坐标数据获得每一所述环管片的横断面点云数据;

[0010] S5:将每一所述横断面点云数据参数化,形成每一所述环管片的横断面参数模型;

[0011] S6:根据每一所述环管片的横断面参数模型构建每一所述环管片的参数化族;

[0012] S7:根据每一所述环管片的参数化族,拼合全部的所述横断面参数模型,形成一隧道结构模型。

[0013] 本发明的进一步改进在于,所述步骤S4进一步包括:

[0014] S41:根据所述里程数据和所述三维轴线坐标数据插值计算获得每一所述环管片的管片中心三维坐标和管片法向量;

[0015] S42:根据每一所述环管片所对应的管片中心三维坐标、所述管片法向量和管片长度数据,通过投影计算获得每一所述环管片的所述横断面点云数据。

[0016] 本发明的进一步改进在于,所述步骤S5进一步包括:

[0017] S51:利用图像识别技术将当前一所述横断面点云数据分为多段,获得多个圆弧段;

[0018] S52:对当前所述圆弧段进行圆弧拟合,获得各圆弧段的拟合圆心坐标点和拟合半

径；

[0019] S53:建立每一所述环管片的横断面参数模型F:

[0020]

$$[0021] \quad F_n = \begin{cases} (X_{1j} - x_1)^2 + (Y_{1j} - y_1)^2 = R_1^2 \\ (X_{2j} - x_2)^2 + (Y_{2j} - y_2)^2 = R_2^2; \\ \dots \dots \\ (X_{ij} - x_i)^2 + (Y_{ij} - y_i)^2 = R_i^2 \end{cases}$$

[0022] 其中, $1 \leq n \leq$ 环管片数量且 n 为自然数; F_n 为第 n 所述环管片的横断面参数模型; i 为第 n 所述环管片的圆弧分段数; (x_i, y_i) 为第 n 所述环管片的第 i 圆弧段的中心坐标点; R_i 为第 n 所述环管片的第 i 圆弧段的拟合半径; j 为第 n 所述环管片第 i 圆弧段的横断面点的个数; (X_{ij}, Y_{ij}) 为第 n 所述环管片的第 j 点的拟合圆心坐标点。

[0023] 本发明的进一步改进在于,所述步骤S6中,根据每一所述环管片的拟合圆心坐标点、所述拟合半径、所述管片长度数据和一管片厚度数据构建每一所述环管片的参数化族。

[0024] 本发明的进一步改进在于,所述步骤S7中,根据每一所述环管片的参数化族、管片中心三维坐标和管片法向量,拼合全部的所述横断面参数模型,形成所述隧道结构模型。

[0025] 本发明由于采用了以上技术方案,使其具有以下有益效果:

[0026] 通过三维激光扫描可以不接触目标并快速、精确获取目标的三维点坐标和强度信息。其结构模型与真实的隧道一致,且其数据量小,具有精确度高、模型可分割、便于管理与查询。

附图说明

[0027] 图1为本发明实施例的盾构隧道结构模型生成方法的流程图;

[0028] 图2为本发明实施例的盾构隧道横断面的结构示意图;

[0029] 图3为本发明实施例的盾构隧道横断面的简化结构示意图;

[0030] 图4为本发明实施例的三维点云数据的结构示意图;

[0031] 图5为本发明实施例的横断面点云数据的结构示意图;

[0032] 图6为本发明实施例的横断面参数模型的结构示意图;

[0033] 图7为本发明实施例的隧道结构模型的结构示意图。

具体实施方式

[0034] 下面根据附图1~图7,给出本发明的较佳实施例,并予以详细描述,使能更好地理解本发明的功能、特点。

[0035] 请参阅图1,本发明实施例的一种盾构隧道结构模型生成方法,包括步骤:

[0036] S1:利用一三维激光扫描仪扫描一待建模隧道获得待建模隧道的一三维点云数据。

[0037] S2:确定初始模型的三维轴线坐标数据和里程数据。

[0038] S3:将初始模型分割形成多个环管片,并根据里程数据给每一环管片对应一里程数值。

[0039] S4:根据里程数值和三维轴线坐标数据获得每一环管片的横断面点云数据。

[0040] 其中,步骤S4进一步包括:

[0041] S41:根据里程数据和三维轴线坐标数据插值计算获得每一环管片的管片中心三维坐标和管片法向量;

[0042] S42:根据每一环管片所对应的管片中心三维坐标、管片法向量和管片长度数据,通过投影计算获得每一环管片的横断面点云数据。

[0043] S5:将每一横断面点云数据参数化,形成每一环管片的横断面参数模型。

[0044] 其中,步骤S5进一步包括:

[0045] S51:利用图像识别技术将当前一横断面点云数据分为多段,获得多个圆弧段;

[0046] S52:对当前圆弧段进行圆弧拟合,获得各圆弧段的拟合圆心坐标点和拟合半径;

[0047] S53:建立每一环管片的横断面参数模型F:

$$[0048] \quad F_n = \begin{cases} (X_{1j} - x_1)^2 + (Y_{1j} - y_1)^2 = R_1^2 \\ (X_{2j} - x_2)^2 + (Y_{2j} - y_2)^2 = R_2^2; \\ \dots\dots \\ (X_{ij} - x_i)^2 + (Y_{ij} - y_i)^2 = R_i^2 \end{cases}$$

[0049] 其中, $1 \leq n \leq$ 环管片数量且n为自然数; F_n 为第n环管片的横断面参数模型; i 为第n环管片的圆弧分段数; (x_i, y_i) 为第n环管片的第i圆弧段的中心坐标点; R_i 为第n环管片的第i圆弧段的拟合半径; j 为第n环管片第i圆弧段的横断面点的个数; (X_{ij}, Y_{ij}) 为第n环管片的第j点的拟合圆心坐标点。

[0050] S6:根据每一环管片的横断面参数模型构建每一环管片的参数化族。

[0051] 步骤S6中,根据每一环管片的拟合圆心坐标点、拟合半径、管片长度数据和一管片厚度数据构建每一环管片的参数化族。

[0052] S7:根据每一环管片的参数化族,拼合全部的横断面参数模型,形成一隧道结构模型。

[0053] 步骤S7中,根据每一环管片的参数化族、管片中心三维坐标和管片法向量,拼合全部的横断面参数模型,形成隧道结构模型。

[0054] 盾构隧道的横断面形状是规则的,多为圆形。以上海的盾构隧道为例,其横断面的形状如图2所示。每个管片由6块拼装块拼装而成,其中第6块拼装快被轨道覆盖,在运营隧道中一般不可见。图2为简化后的隧道断面图示意图。

[0055] 本发明结合三维激光扫描技术和BIM(建筑信息模型)技术构建盾构隧道结构模型,构建过程可如下例:

[0056] 1、首先采用三维激光扫描仪扫描一待建模隧道获得待建模隧道的一三维点云集并形成一初始模型,初始模型的结构示意图请参阅图4。

[0057] 2、根据三维点云集计算初始模型的三维轴线坐标数据和里程数据(也可通过其他渠道获取三维轴线与里程信息,如通过设计参数获得)。

[0058] 3、每环管片对应一个里程,根据里程数据与三维轴线坐标数据的对应关系,可插值计算每环管片的中心三维坐标 (X_0, Y_0, Z_0) 和管片法向量 (a, b, c) 。根据中心三维坐标、管片法向量以及管片长度数据,通过投影计算,获得每一环管片的横断面点云数据,横断面点

云数据的结构如图5所示。

[0059] 4、将横断面点云数据分成5段圆弧段,对每段圆弧段模型进行圆弧拟合,得到5个圆弧段的拟合圆心坐标点 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) 、 (X_3, Y_3) 、 (X_4, Y_4) 、 (X_5, Y_5) 和拟合半径 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 。每环管片各圆弧的接缝处点可通过图像识别技术自动识别,建立每一环管片的横断面参数模型 F_n :

$$[0060] \quad F_n = \begin{cases} (X_{1j} - x_1)^2 + (Y_{1j} - y_1)^2 = R_1^2 \\ (X_{2j} - x_2)^2 + (Y_{2j} - y_2)^2 = R_2^2; \\ \dots \dots \\ (X_{ij} - x_i)^2 + (Y_{ij} - y_i)^2 = R_i^2 \end{cases}$$

[0061] 其中, $1 \leq n \leq$ 环管片数量且 n 为自然数; F_n 为第 n 所述环管片的横断面参数模型; i 为第 n 所述环管片的圆弧分段数; (x_i, y_i) 为第 n 所述环管片的第 i 圆弧段的中心坐标点; R_i 为第 n 所述环管片的第 i 圆弧段的拟合半径; j 为第 n 所述环管片第 i 圆弧段的横断面点的个数; (X_{ij}, Y_{ij}) 为第 n 所述环管片的第 j 点的拟合圆心坐标点;横断面参数模型的结构如图6所示。

[0062] 5、根据每一环管片的横断面参数模型构建每一环管片的参数化族。

[0063] 6、根据每一环管片的参数化族、管片中心三维坐标和管片法向量,拼合全部的横断面参数模型,形成隧道结构模型。例如,所有管片的参数化族的中心坐标均为 $(0, 0, 0)$,法向量均为 $(0, 0, 1)$ 。则根据旋转、平移方法将参数化族的中心坐标和法向量转换为 (X_0, Y_0, Z_0) 和 (a, b, c) ,将所有参数化族均在统一的坐标系下,即完成拼装。最终的隧道结构模型如图7所示。

[0064] 以上结合附图实施例对本发明进行了详细说明,本领域中普通技术人员可根据上述说明对本发明做出种种变化例。因而,实施例中的某些细节不应构成对本发明的限定,本发明将以所附权利要求书界定的范围作为本发明的保护范围。

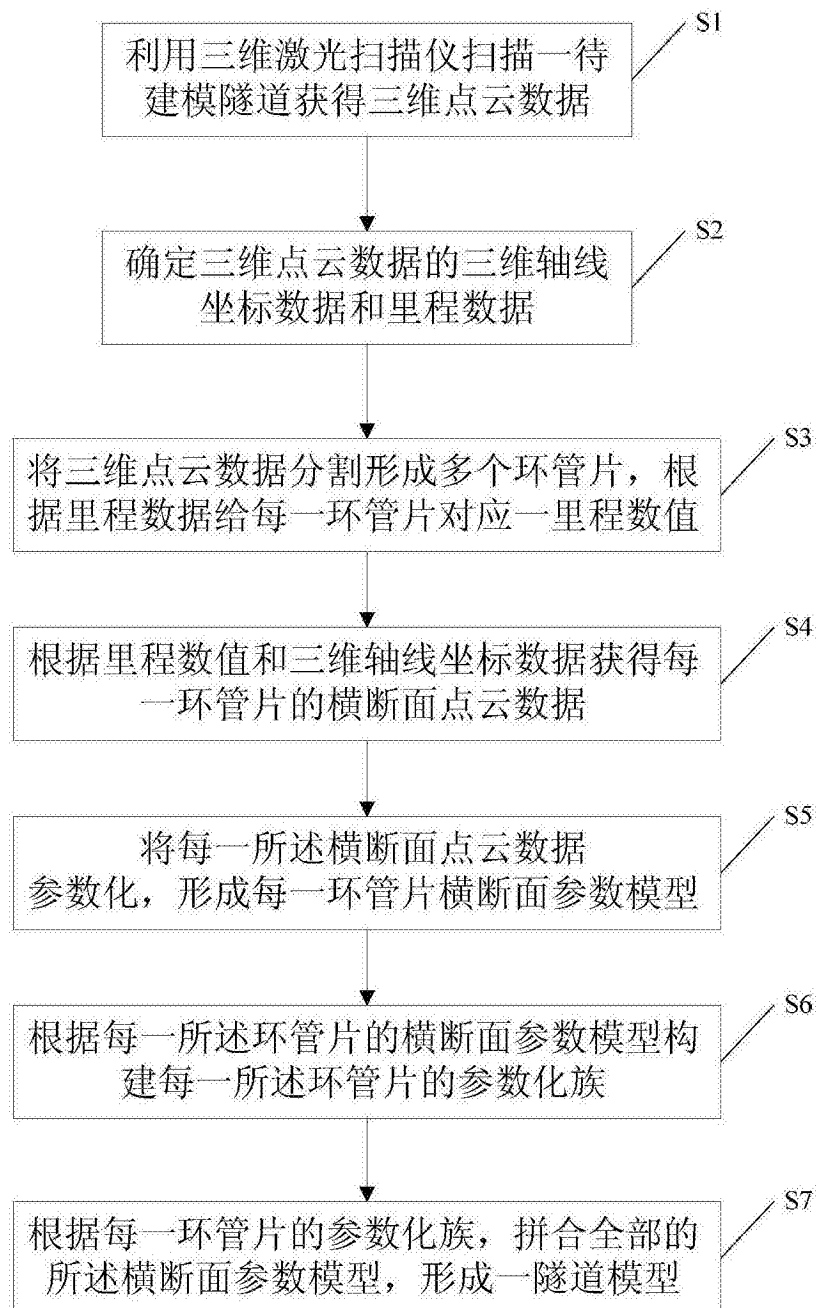


图1

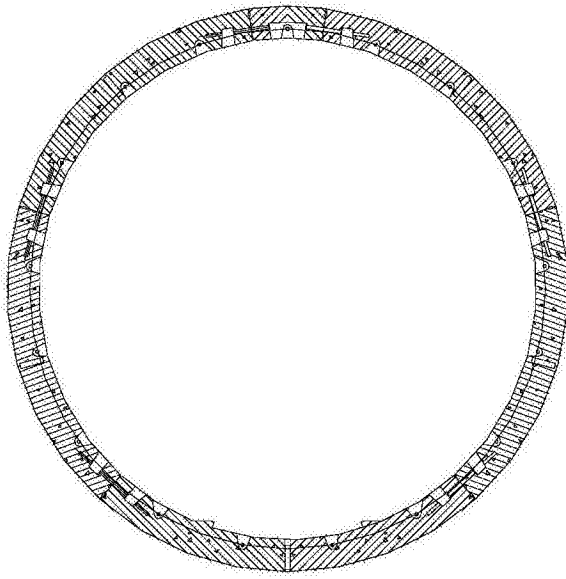


图2

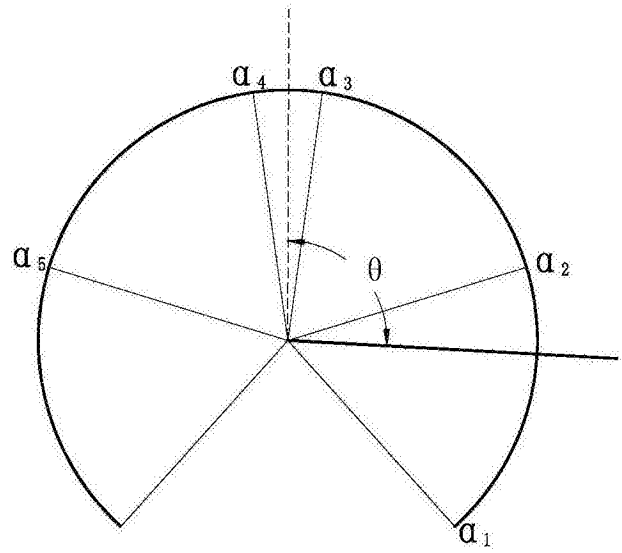


图3

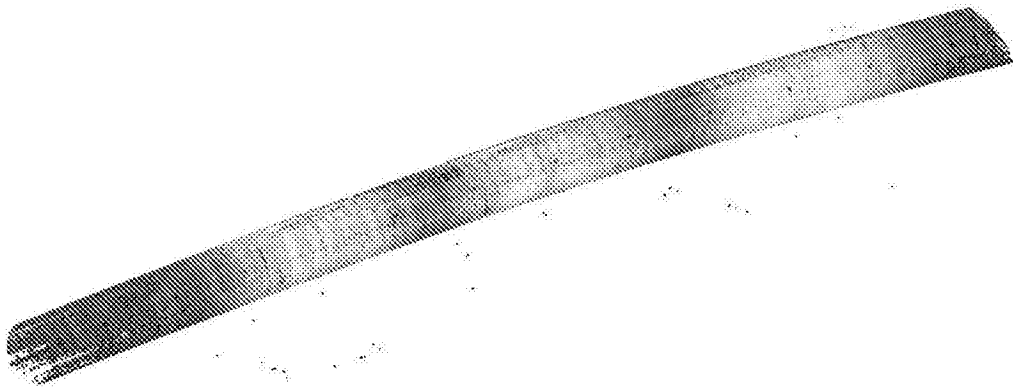


图4

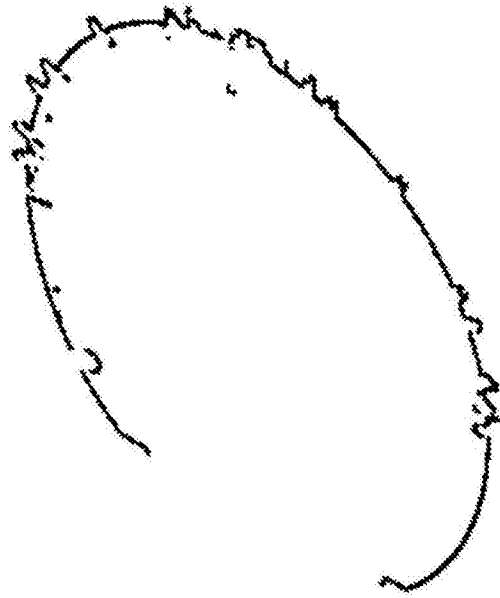


图5

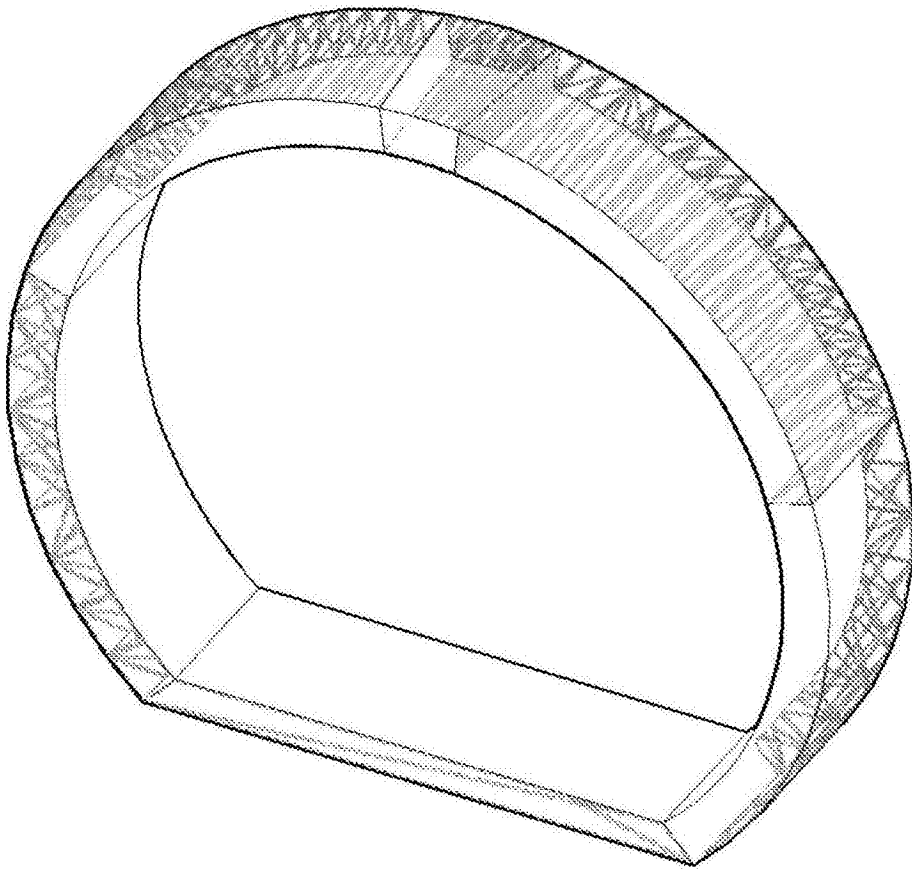


图6

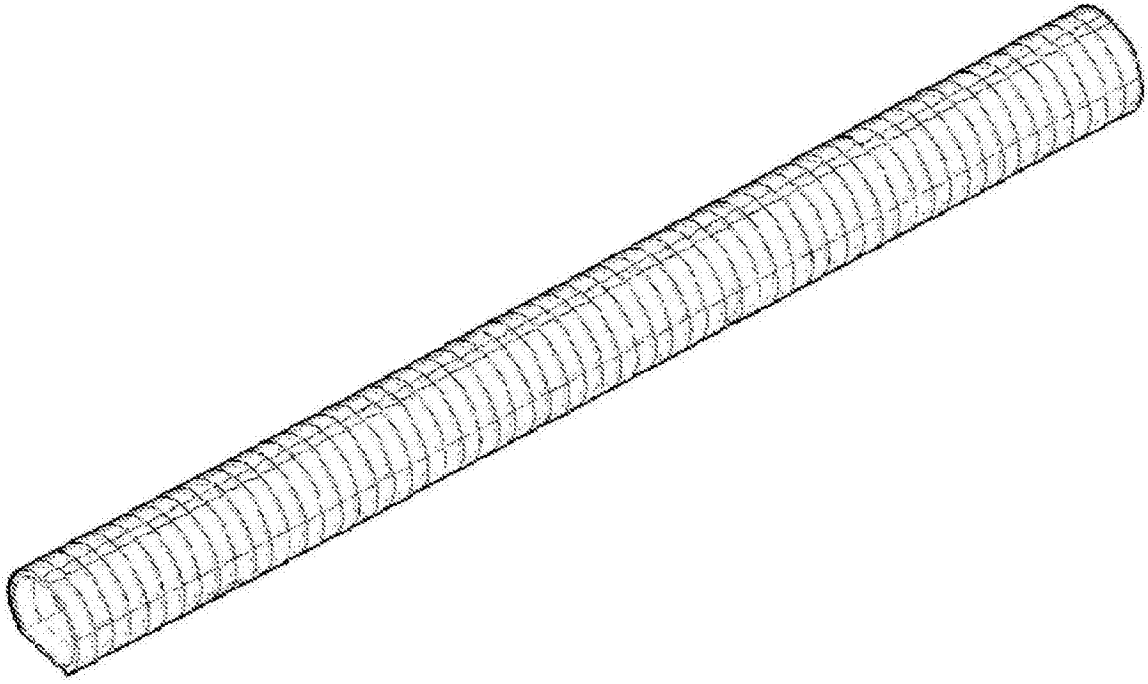


图7