



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105651226 B

(45)授权公告日 2018.11.02

(21)申请号 201511016652.5

G01B 21/32(2006.01)

(22)申请日 2015.12.29

G01C 5/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105651226 A

(43)申请公布日 2016.06.08

(73)专利权人 上海隧道工程有限公司

地址 200232 上海市徐汇区宛平南路1099号5楼

专利权人 宁波市轨道交通集团有限公司

(72)发明人 黄德中 朱雁飞 王浩 李刚

顾嫣 韩三琪 黄俊 寇晓勇

范杰 李培楠 王旋东 刘喜东

蔡雯俊 王峰

(74)专利代理机构 上海唯源专利代理有限公司

31229

代理人 曾耀先

(51)Int.Cl.

G01B 21/04(2006.01)

G01B 21/22(2006.01)

(56)对比文件

CN 104457719 A,2015.03.25,

CN 104457684 A,2015.03.25,

CN 101251367 A,2008.08.27,

CN 103017742 A,2013.04.03,

CN 103791881 A,2014.05.14,

CN 104764434 A,2015.07.08,

CN 105115473 A,2015.12.02,

US 6700835 B1,2004.03.02,

陶明星等.全站仪坐标法在高边坡变形观测中的应用.《云南水力发电》.2009,第25卷(第5期),第71-74页.

唐争气等.盾构机实时姿态测量和计算方法的研究.《土木工程学报》.2007,第40卷(第11期),第92-97页.

孙昊等.隧道断面收敛测量与数据处理.《工程勘察》.2010,(第11期),第70-74页.

审查员 贾佳

权利要求书2页 说明书7页 附图4页

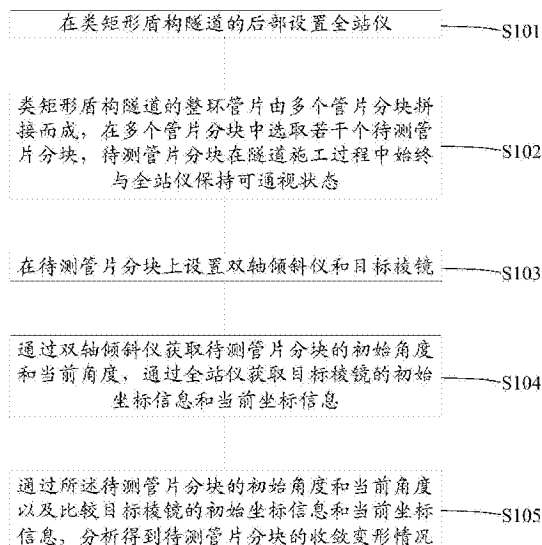
(54)发明名称

类矩形盾构隧道的管片监测方法

(57)摘要

本发明公开了一种类矩形盾构隧道的管片监测方法,包括:在类矩形盾构隧道的后部设置全站仪;类矩形盾构隧道的整环管片由多个管片分块拼接而成,在多个管片分块中选取若干个待测管片分块,待测管片分块在隧道施工过程中始终与全站仪保持可通视状态;在待测管片分块上设置双轴倾斜仪和目标棱镜;通过双轴倾斜仪获取待测管片分块的初始角度和当前角度,通过全站仪获取目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息;通过比较待测管片分块的初始角度和当前角度以及比较目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息,分析得到待测管片分块的收敛变形情况。本发明双轴倾斜仪在整环管片上形成断面监

测环,以及目标棱镜和全站仪的配合,获得类矩形隧道管片的收敛信息。



1. 一种类矩形盾构隧道的管片监测方法,其特征在于,包括:

在类矩形盾构隧道的后部设置全站仪;

类矩形盾构隧道的整环管片由多个管片分块拼接而成,在多个所述管片分块中选取若干个待测管片分块,所述待测管片分块在隧道施工过程中始终与所述全站仪保持可通视状态;

在所述待测管片分块上设置双轴倾斜仪和目标棱镜;

通过所述双轴倾斜仪获取所述待测管片分块的初始角度和当前角度,通过所述全站仪获取所述目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息;

通过比较所述待测管片分块的初始角度和当前角度以及比较所述目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息,分析得到所述待测管片分块的收敛变形情况;

所述收敛变形情况包括旋转变形情况,分析所述待测管片分块的旋转变形情况,包括:

将所述双轴倾斜仪获取的所述待测管片分块的初始角度和当前角度记为 $\phi$ 和 $\phi'$ ;

利用公式 $\Delta\phi = |\phi' - \phi|$ ,计算得出所述待测管片分块在水平方向的角度变化量 $\Delta\phi$ ,从而得到所述待测管片分块的旋转变形情况;

在所述待测管片分块上设置一个双轴倾斜仪,所述双轴倾斜仪位于所述待测管片分块的外环面的中心位置;

所述收敛变形情况包括位移变形情况,分析所述待测管片分块的位移变形情况,包括:

在所述待测管片分块上设置三个目标棱镜,三个所述目标棱镜分别位于所述待测管片分块的外环面的中心位置以及相对两侧;将位于所述待测管片分块的外环面的中心位置的目标棱镜记为中心目标棱镜,将位于所述待测管片分块的外环面的相对两侧的两个目标棱镜记为第一目标棱镜和第二目标棱镜;

以类矩形盾构隧道的施工推进方向的设计轴线为x轴,以垂直于y轴并位于水平面内的线为y轴,以垂直于x轴并位于铅垂面内的线为z轴,建立类矩形盾构隧道的三维施工坐标系;

通过所述全站仪获取所述中心目标棱镜、所述第一目标棱镜以及所述第二目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息,将所述中心目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(x_0, y_0, z_0)$ 和 $(x'_0, y'_0, z'_0)$ ,将所述第一目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(x_A, y_A, z_A)$ 和 $(x'_A, y'_A, z'_A)$ ,将所述第二目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(x_B, y_B, z_B)$ 和 $(x'_B, y'_B, z'_B)$ ;

将隧道施工过程中的类矩形盾构隧道的三维施工坐标系转换为断面坐标系;

在所述断面坐标系中,将所述中心目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息转换为 $(y_0, z_0)$ 和 $(y'_0, z'_0)$ ,将所述第一目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(y_A, z_A)$ 和 $(y'_A, z'_A)$ ,将所述第二目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(y_B, z_B)$ 和 $(y'_B, z'_B)$ ;

利用公式 $y'_A = (y_A - y_0) \cos \Delta\phi - (z_A - z_0) \sin \Delta\phi + y_0 + \Delta y$ 或公式 $y'_B = (y_B - y_0) \cos \Delta\phi - (z_B - z_0) \sin \Delta\phi + y_0 + \Delta y$ ,计算得出所述待测管片分块在水平方向的水平位移量 $\Delta y$ ,从而得到所述待测管片分块的位移变形情况。

2. 如权利要求1所述的类矩形盾构隧道的管片监测方法,其特征在于,所述收敛变形情况包括沉降变形情况,分析所述待测管片分块的沉降变形情况,包括:

利用公式 $z'_A = (z_A - z_0) \cos \Delta\phi + (y_A - y_0) \sin \Delta\phi + z_0 + \Delta z$ 或公式 $z'_B = (z_B - z_0) \cos \Delta\phi +$

$(y_B - y_0) \sin \Delta \phi + z_0 + \Delta z$ , 计算得出所述待测管片分块在垂直方向的垂直位移量  $\Delta z$ , 从而得到所述待测管片分块的沉降变形情况。

3. 如权利要求2所述的类矩形盾构隧道的管片监测方法, 其特征在于, 所述收敛变形情况包括相邻两个管片的连接缝的变形情况, 分析相邻两个管片的连接缝的变形情况, 包括:

在相邻的两个待测管片分块上分别设置一个所述双轴倾斜仪和三个所述目标棱镜;

在所述断面坐标系中, 将所述相邻的两个待测管片分块的中心连接旋转到水平位置, 将所述相邻的两个待测管片分块各自的目标棱镜的坐标信息进行同步旋转变换;

将同步旋转变换后第一个待测管片分块的三个目标棱镜中靠近连接缝的那个目标棱镜的当前坐标信息记为  $(y_1, z_1)$ , 将同步旋转变换后第二个待测管片分块的三个目标棱镜中靠近连接缝的那个目标棱镜的当前坐标信息记为  $(y_2, z_2)$ ;

利用公式  $\Delta y' = y_1 - y_2$ , 计算得出所述相邻的两个待测管片分块的相对位移差  $\Delta y'$ ;

若所述相对位移差  $\Delta y'$  为正值, 表示相邻的两个待测管片分块的连接缝相对侵入;

若所述相对位移差  $\Delta y'$  为负值, 表示相邻的两个待测管片分块的连接缝相对张开。

4. 如权利要求3所述的类矩形盾构隧道的管片监测方法, 其特征在于, 所述收敛变形情况包括相邻两个管片的错台情况, 分析相邻两个管片的错台情况, 包括:

利用公式  $\Delta z' = z_1 - z_2$ , 计算得出所述相邻的两个待测管片分块的相对高程差  $\Delta z'$ ;

若所述相对高程差  $\Delta z'$  不为零, 表示相邻的两个待测管片分块相对错台。

5. 如权利要求1~4中任一项所述的类矩形盾构隧道的管片监测方法, 其特征在于, 所述整环管片的管片结构的断面呈类矩形形状, 所述管片结构包括: 位于所述断面拱底位置的拱底圆弧段、位于所述断面拱顶位置的拱顶圆弧段、位于所述断面两侧拱腰位置的两个拱腰圆弧段、以及支撑于所述拱底圆弧段与所述拱顶圆弧段之间的中间立柱段;

两个所述拱腰圆弧段的半径相等, 且均小于所述拱底圆弧段的半径以及所述拱顶圆弧段的半径; 两个所述拱腰圆弧段相对于所述中间立柱段呈对称布置; 所述拱底圆弧段分别与两个所述拱腰圆弧段光滑相切连接, 所述拱顶圆弧段分别与两个所述拱腰圆弧段光滑相切连接。

6. 如权利要求5所述的类矩形盾构隧道的管片监测方法, 其特征在于, 所述待测管片分块与所述中间立柱段相邻接。

## 类矩形盾构隧道的管片监测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及隧道盾构施工技术领域,尤其是指一种类矩形盾构隧道的管片监测方法。

### 背景技术

[0002] 近几年来,随着城市地下空间利用力度的不断加大,盾构施工技术以其对周边环境影响小、安全性高、成型质量高和施工进度快的优势被广泛的应用在各种地下工程中,已成为地铁隧道工程、市政管线工程等地下大型工程的主要施工方法。盾构隧道施工中,对于刚脱离盾尾的管片,经常会出现局部或整体的变形,已经被众多的工程实际所证实,表现为管片错台、裂缝、破损,乃至轴线偏位等现象,尤其是在穿越河底浅覆土时,该问题尤为突出,已经引起了一定关注。而形成隧道在长期的运营过程中也会产生一定的沉降和位移,这些变形会在管片的断面产生剪切应力,造成管片的错台、开裂、破损和漏水,降低管片结构的抗压强度和抗渗压力,对隧道的正常使用和耐久性带来不利的影响。因而有必要设计出一套能够在施工和运营中对隧道衬砌环断面收敛及变形进行自动实时监测的方法。

### 发明内容

[0003] 有鉴于上述问题,本发明提供了一种类矩形盾构隧道的管片监测方法,包括:

[0004] 在类矩形盾构隧道的后部设置全站仪;

[0005] 类矩形盾构隧道的整环管片由多个管片分块拼接而成,在多个所述管片分块中选取若干个待测管片分块,所述待测管片分块在隧道施工过程中始终与所述全站仪保持可通视状态;

[0006] 在所述待测管片分块上设置双轴倾斜仪和目标棱镜;

[0007] 通过所述双轴倾斜仪获取所述待测管片分块的初始角度和当前角度,通过所述全站仪获取所述目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息;

[0008] 通过比较所述待测管片分块的初始角度和当前角度以及比较所述目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息,分析得到所述待测管片分块的收敛变形情况。

[0009] 本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法,利用在已经拼装好的类矩形盾构隧道的整环管片的待测管片分块上安装高精度的双轴倾斜仪而组成一个断面监测环,同时在待测管片分块的可视位置安装目标棱镜并通过自动全站仪锁定的方法,实现对类矩形盾构隧道的管片的实时动态监测,从而获得类矩形隧道断面的收敛信息。

[0010] 本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的进一步改进在于,所述收敛变形情况包括旋转变形情况,分析所述待测管片分块的旋转变形情况,包括:

[0011] 将所述双轴倾斜仪获取的所述待测管片分块的初始角度和当前角度记为  $\phi$  和  $\phi'$ ;

[0012] 利用公式  $\Delta\phi = |\phi' - \phi|$ , 计算得出所述待测管片分块在水平方向的角度变化量  $\Delta\phi$ , 从而得到所述待测管片分块的旋转变形情况。

[0013] 本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的进一步改进在于,在所述待测管片分块上设置一个双轴倾斜仪,所述双轴倾斜仪位于所述待测管片分块的外环面的中心位置。

[0014] 本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的进一步改进在于,所述收敛变形情况包括位移变形情况,分析所述待测管片分块的位移变形情况,包括:

[0015] 在所述待测管片分块上设置三个目标棱镜,三个所述目标棱镜分别位于所述待测管片分块的外环面的中心位置以及相对两侧;将位于所述待测管片分块的外环面的中心位置的目标棱镜记为中心目标棱镜,将位于所述待测管片分块的外环面的相对两侧的两个目标棱镜记为第一目标棱镜和第二目标棱镜;

[0016] 以类矩形盾构隧道的施工推进方向的设计轴线为x轴,以垂直于y轴并位于水平面内的线为y轴,以垂直于x轴并位于铅垂面内的线为z轴,建立类矩形盾构隧道的三维施工坐标系;

[0017] 通过所述全站仪获取所述中心目标棱镜、所述第一目标棱镜以及所述第二目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息,将所述中心目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(x_o, y_o, z_o)$ 和 $(x'_o, y'_o, z'_o)$ ,将所述第一目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(x_A, y_A, z_A)$ 和 $(x'_A, y'_A, z'_A)$ ,将所述第二目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(x_B, y_B, z_B)$ 和 $(x'_B, y'_B, z'_B)$ ;

[0018] 将隧道施工过程中的类矩形盾构隧道的三维施工坐标系转换为断面坐标系;

[0019] 在所述断面坐标系中,将所述中心目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息转换为 $(y_o, z_o)$ 和 $(y'_o, z'_o)$ ,将所述第一目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(y_A, z_A)$ 和 $(y'_A, z'_A)$ ,将所述第二目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(y_B, z_B)$ 和 $(y'_B, z'_B)$ ;

[0020] 利用公式 $y'_A = (y_A - y_o) \cos \Delta \phi - (z_A - z_o) \sin \Delta \phi + y_o + \Delta y$ 或公式 $y'_B = (y_B - y_o) \cos \Delta \phi - (z_B - z_o) \sin \Delta \phi + y_o + \Delta y$ ,计算得出所述待测管片分块在水平方向的水平位移量 $\Delta y$ ,从而得到所述待测管片分块的位移变形情况。

[0021] 本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的进一步改进在于,所述收敛变形情况包括沉降变形情况,分析所述待测管片分块的沉降变形情况,包括:

[0022] 利用公式 $z'_A = (z_A - z_o) \cos \Delta \phi + (y_A - y_o) \sin \Delta \phi + z_o + \Delta z$ 或公式 $z'_B = (z_B - z_o) \cos \Delta \phi + (y_B - y_o) \sin \Delta \phi + z_o + \Delta z$ ,计算得出所述待测管片分块在垂直方向的垂直位移量 $\Delta z$ ,从而得到所述待测管片分块的沉降变形情况。

[0023] 本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的进一步改进在于,所述收敛变形情况包括相邻两个管片的连接缝的变形情况,分析相邻两个管片的连接缝的变形情况,包括:

[0024] 在相邻的两个待测管片分块上分别设置一个所述双轴倾斜仪和三个所述目标棱镜;

[0025] 在所述断面坐标系中,将所述相邻的两个待测管片分块的中心连接旋转到水平位置,将所述相邻的两个待测管片分块各自的目标棱镜的坐标信息进行同步旋转变换;

[0026] 将同步旋转变换后第一个待测管片分块的三个目标棱镜中靠近连接缝的那个目标棱镜的当前坐标信息记为 $(y_1, z_1)$ ,将同步旋转变换后第二个待测管片分块的三个目标棱镜中靠近连接缝的那个目标棱镜的当前坐标信息记为 $(y_2, z_2)$ ;

[0027] 利用公式 $\Delta y' = y_1 - y_2$ ,计算得出所述相邻的两个待测管片分块的相对位移差 $\Delta$

$y'$ ;

[0028] 若所述相对位移差 $\Delta y'$ 为正值,表示相邻的两个待测管片分块的连接缝相对侵入;

[0029] 若所述相对位移差 $\Delta y'$ 为负值,表示相邻的两个待测管片分块的连接缝相对张开。

[0030] 本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的进一步改进在于,所述收敛变形情况包括相邻两个管片的错台情况,分析相邻两个管片的错台情况,包括:

[0031] 利用公式 $\Delta z' = z_1 - z_2$ ,计算得出所述相邻的两个待测管片分块的相对高程差 $\Delta z'$ ;

[0032] 若所述相对高程差 $\Delta z'$ 不为零,表示相邻的两个待测管片分块相对错台。

[0033] 本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的进一步改进在于,所述整环管片的管片结构的断面呈类矩形状,所述管片结构包括:位于所述断面拱底位置的拱底圆弧段、位于所述断面拱顶位置的拱顶圆弧段、位于所述断面两侧拱腰位置的两个拱腰圆弧段、以及支撑于所述拱底圆弧段与所述拱顶圆弧段之间的中间立柱段;

[0034] 两个所述拱腰圆弧段的半径相等,且均小于所述拱底圆弧段的半径以及所述拱顶圆弧段的半径;两个所述拱腰圆弧段相对于所述中间立柱段呈对称布置;所述拱底圆弧段分别与两个所述拱腰圆弧段光滑相切连接,所述拱顶圆弧段分别与两个所述拱腰圆弧段光滑相切连接。

[0035] 本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的进一步改进在于,所述待测管片分块与所述中间立柱段相邻接。

[0036] 本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的有益效果是:

[0037] 1、通过安装在隧道后部稳定的自动全站仪,观测待测管片分块的可通视位置的特征位置信息,可以获取整环管片的整体位移及沉降信息;

[0038] 2、通过在每块待测管片分块上安装双轴倾斜传感器,以安装点为基点,对每块待测管片分块运用图像解析的方法,进行平移、旋转(坡度、滚角两个方向),最终拼接出整体的整环管片断面图像。

[0039] 3、该监测方法立足于衬砌管片的特点,利用管片的受力形式,实现的用部分监测信息推测出整体断面信息;

[0040] 4、在一个断面监测系统中,即监测了位移沉降,又监测了全断面收敛,同时还监测了管片的接缝信息。

## 附图说明

[0041] 图1是本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的流程示意图。

[0042] 图2是本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的监测结构示意图。

[0043] 图3是本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的整环管片的断面示意图。

[0044] 图4是本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的整环管片的管片分块方式的较佳示意图。

[0045] 图5是本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法建立三维施工坐标系的示意图。

[0046] 图6是本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法监测管片分块收敛变形情况的示意

图。

[0047] 图7是本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法监测相邻管片分块错台情况的示意图。

### 具体实施方式

[0048] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0049] 配合参看图1与图2所示,图1是本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的流程示意图。图2是本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的监测结构示意图。本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法,包括:

[0050] 步骤S101:在类矩形盾构隧道的后部设置全站仪10、用于计算测量结果的工控机80和用于接收测量信号的控制盒90,图2中的M点为安装后方管片的参考坐标点,全站仪10、工控机80以及控制盒90相互通信连接。

[0051] 步骤S102:类矩形盾构隧道1的整环管片20由多个管片分块210拼接而成,在多个管片分块210中选取若干个待测管片分块,所述待测管片分块在隧道施工过程中始终与全站仪10保持可通视状态。

[0052] 具体地,参阅图3所示,图3是本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的整环管片的断面示意图。本发明类矩形盾构隧道的整环管片20的管片结构的断面呈类矩形状,整环管片20的管片结构包括:位于所述断面拱底位置的拱底圆弧段201、位于所述断面拱顶位置的拱顶圆弧段202、位于所述断面两侧拱腰位置的两个拱腰圆弧段203、以及支撑于拱底圆弧段201与拱顶圆弧段202之间的中间立柱段204。两个拱腰圆弧段203的半径相等,且均小于拱底圆弧段201的半径以及拱顶圆弧段202的半径。两个拱腰圆弧段203相对于所述中间立柱段呈对称布置。拱底圆弧段201分别与两个拱腰圆弧段203光滑相切连接,拱顶圆弧段202分别与两个拱腰圆弧段203光滑相切连接。优选地,所述待测管片分块与中间立柱段204相邻接。

[0053] 参阅图4所示,图4是本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的整环管片的管片分块方式的较佳示意图。在该较佳分块方式中,整个管片20由十段管片分块210拼接而成。当然,本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的整环管片的分块方式并不仅限于此,还可以将本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的整环管片根据其他划分方式进行划分,只要最后拼接完成后的整环管片的管片结构的断面形式符合上述要求的断面形式即可,在此不一赘述。

[0054] 步骤S103:在所述待测管片分块上设置双轴倾斜仪30和目标棱镜40。双轴倾斜仪30以及目标棱镜40均与控制盒90通信连接,双轴倾斜仪30以及目标棱镜40所测量的信号全部传送到控制盒90,再传送到工控机80进行计算分析。

[0055] 步骤S104:通过双轴倾斜仪30获取所述待测管片分块的初始角度和当前角度,通过全站仪10获取目标棱镜40的初始坐标信息和当前坐标信息。

[0056] 步骤S105:通过比较所述待测管片分块的初始角度和当前角度以及比较目标棱镜40的初始坐标信息和当前坐标信息,分析得到所述待测管片分块的收敛变形情况。

[0057] 本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法,利用在已经拼装好的类矩形盾构隧道的整环管片的待测管片分块上安装高精度的双轴倾斜仪而组成一个断面监测环,同时在待测管片分块的可视位置安装目标棱镜并通过自动全站仪锁定的方法,实现对类矩形盾构隧道的管片的实时动态监测,从而获得类矩形隧道断面的收敛信息。

[0058] 本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法的监测原理是:隧道衬砌管片的变形可以划分为整体的沉降和位移,以及断面内部的收敛变形,无论怎么变形,首先变化的不是单块管片分块自身的结构,而是连接的环向和纵向螺栓处的受力变形,因此,假设单块管片分块自身的几何结构不变,通过测定单块管片分块的单个点位变化及转角和坡度角的变化,则该块管片分块在空间内的位置和形状都可以确定,对盾构隧道断面上所有的管片分块安装双轴倾斜仪和目标棱镜,则可确定该断面所有管片分块的位置和形状,并根据相邻管片分块边与边之间的关系,可以确定相邻管片分块之间的张角和侵入情况。

[0059] 具体地,所述收敛变形情况包括旋转变形情况,分析所述待测管片分块的旋转变形情况,包括:

[0060] 步骤S201:在所述待测管片分块上设置一个双轴倾斜仪,所述双轴倾斜仪优选地位于所述待测管片分块的外环面的中心位置。将所述双轴倾斜仪获取的所述待测管片分块的初始角度和当前角度记为 $\phi$ 和 $\phi'$ 。

[0061] 步骤S202:利用公式 $\Delta\phi = |\phi' - \phi|$ ,计算得出所述待测管片分块在水平方向的角度变化量 $\Delta\phi$ ,从而得到所述待测管片分块的旋转变形情况。

[0062] 进一步地,所述收敛变形情况包括位移变形情况,分析所述待测管片分块的位移变形情况,包括:

[0063] 步骤S301:在所述待测管片分块上设置三个目标棱镜,三个所述目标棱镜分别位于所述待测管片分块的外环面的中心位置以及相对两侧;将位于所述待测管片分块的外环面的中心位置的目标棱镜记为中心目标棱镜,将位于所述待测管片分块的外环面的相对两侧的两个目标棱镜记为第一目标棱镜和第二目标棱镜。

[0064] 步骤S302:结合图5与图6所示,图5是本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法建立三维施工坐标系的示意图。图6是本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法监测管片分块收敛变形情况的示意图。以类矩形盾构隧道的施工推进方向的设计轴线(图5中所示为EF的连线)为x轴,以垂直于y轴并位于水平面内的线为y轴,以垂直于x轴并位于铅垂面内的线为z轴,建立类矩形盾构隧道的三维施工坐标系。待测管片分块211的中心目标棱镜在图6中所示为O点,第一目标棱镜在图6中所示为A点,第二目标棱镜在图6中所示为B点。

[0065] 步骤S303:结合图6所示,通过所述全站仪获取所述中心目标棱镜、所述第一目标棱镜以及所述第二目标棱镜的初始坐标信息和当前坐标信息,将所述中心目标棱镜(O点)的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(x_o, y_o, z_o)$ 和 $(x'_o, y'_o, z'_o)$ ,将所述第一目标棱镜(A点)的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(x_A, y_A, z_A)$ 和 $(x'_A, y'_A, z'_A)$ ,将所述第二目标棱镜(B点)的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(x_B, y_B, z_B)$ 和 $(x'_B, y'_B, z'_B)$ 。

[0066] 步骤S304:由于整环管片在将隧道施工过程中是随着施工推进方向一同移动的,因此整环管片在x轴上的位移变化不影响整环管片的收敛变形情况。由此将类矩形盾构隧道的三维施工坐标系转换为断面坐标系,保留整环管片在y轴与z轴上的位移变化。

[0067] 步骤S305:在所述断面坐标系中,将所述中心目标棱镜(O点)的初始坐标信息和当



前坐标信息转换为 $(y_o, z_o)$ 和 $(y'o, z'o)$ ,将所述第一目标棱镜(A点)的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(y_A, z_A)$ 和 $(y'A, z'A)$ ,将所述第二目标棱镜(B点)的初始坐标信息和当前坐标信息记为 $(y_B, z_B)$ 和 $(y'B, z'B)$ 。

[0068] 步骤S306:利用公式 $y'A = (y_A - y_o) \cos \Delta \Phi - (z_A - z_o) \sin \Delta \Phi + y_o + \Delta y$ 或公式 $y'B = (y_B - y_o) \cos \Delta \Phi - (z_B - z_o) \sin \Delta \Phi + y_o + \Delta y$ ,计算得出所述待测管片分块211在水平方向的水平位移量 $\Delta y$ ,从而得到所述待测管片分块211的位移变形情况。

[0069] 进一步地,所述收敛变形情况包括沉降变形情况,分析所述待测管片分块的沉降变形情况,包括:

[0070] 步骤S401:利用公式 $z'A = (z_A - z_o) \cos \Delta \Phi + (y_A - y_o) \sin \Delta \Phi + z_o + \Delta z$ 或公式 $z'B = (z_B - z_o) \cos \Delta \Phi + (y_B - y_o) \sin \Delta \Phi + z_o + \Delta z$ ,计算得出所述待测管片分块211在垂直方向的垂直位移量 $\Delta z$ ,从而得到所述待测管片分块211的沉降变形情况。

[0071] 进一步地,所述收敛变形情况包括相邻两个管片的连接缝的变形情况,分析相邻两个管片的连接缝的变形情况,包括:

[0072] 步骤S501:在相邻的两个待测管片分块211上分别设置一个所述双轴倾斜仪和三个所述目标棱镜。第一个待测管片分块211的三个目标棱镜在图7中所示分别为A1点、O1点和B1点,第二个待测管片分块211的三个目标棱镜在图7中所示分别为A2点、O2点和B2点。

[0073] 步骤S502:在所述断面坐标系中,将所述相邻的两个待测管片分块211的中心连接旋转到水平位置,将所述相邻的两个待测管片分块211各自的目标棱镜的坐标信息进行同步旋转变换。

[0074] 步骤S503:结合图7所示,图7是本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法监测相邻管片分块错台情况的示意图。将同步旋转变换后第一个待测管片分块211的三个目标棱镜中靠近连接缝的那个目标棱镜(B1点)的当前坐标信息记为 $(y_1, z_1)$ ,将同步旋转变换后第二个待测管片分块211的三个目标棱镜中靠近连接缝的那个目标棱镜(A2点)的当前坐标信息记为 $(y_2, z_2)$ 。

[0075] 步骤S504:利用公式 $\Delta y' = y_1 - y_2$ ,计算得出所述相邻的两个待测管片分块211的相对位移差 $\Delta y'$ ;其中,若所述相对位移差 $\Delta y'$ 为正值,表示相邻的两个待测管片分块211的连接缝相对侵入;若所述相对位移差 $\Delta y'$ 为负值,表示相邻的两个待测管片分块211的连接缝相对张开,侵入量与张开量均为相对位移差 $\Delta y'$ 为数值。

[0076] 进一步地,所述收敛变形情况包括相邻两个管片的错台情况,分析相邻两个管片的错台情况,包括:

[0077] 步骤S601:利用公式 $\Delta z' = z_1 - z_2$ ,计算得出所述相邻的两个待测管片分块211的相对高程差 $\Delta z'$ ;若所述相对高程差 $\Delta z'$ 不为零,表示相邻的两个待测管片分块211相对错台。

[0078] 本发明类矩形盾构隧道的管片监测方法,利用在已经拼装好的类矩形盾构隧道的整环管片的待测管片分块上安装高精度的双轴倾斜仪而组成一个断面监测环,同时在待测管片分块的可视位置安装目标棱镜并通过自动全站仪锁定的方法,实现对类矩形盾构隧道的管片的实时动态监测,从而获得类矩形隧道断面的收敛信息,数据全面,包括沉降、位移、收敛、张角、侵入、错台甚至是整个断面成图都能实现。

[0079] 以上所述仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明做任何形式上的限制,虽

然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案的范围内,当可利用上述揭示的技术内容做出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围内。

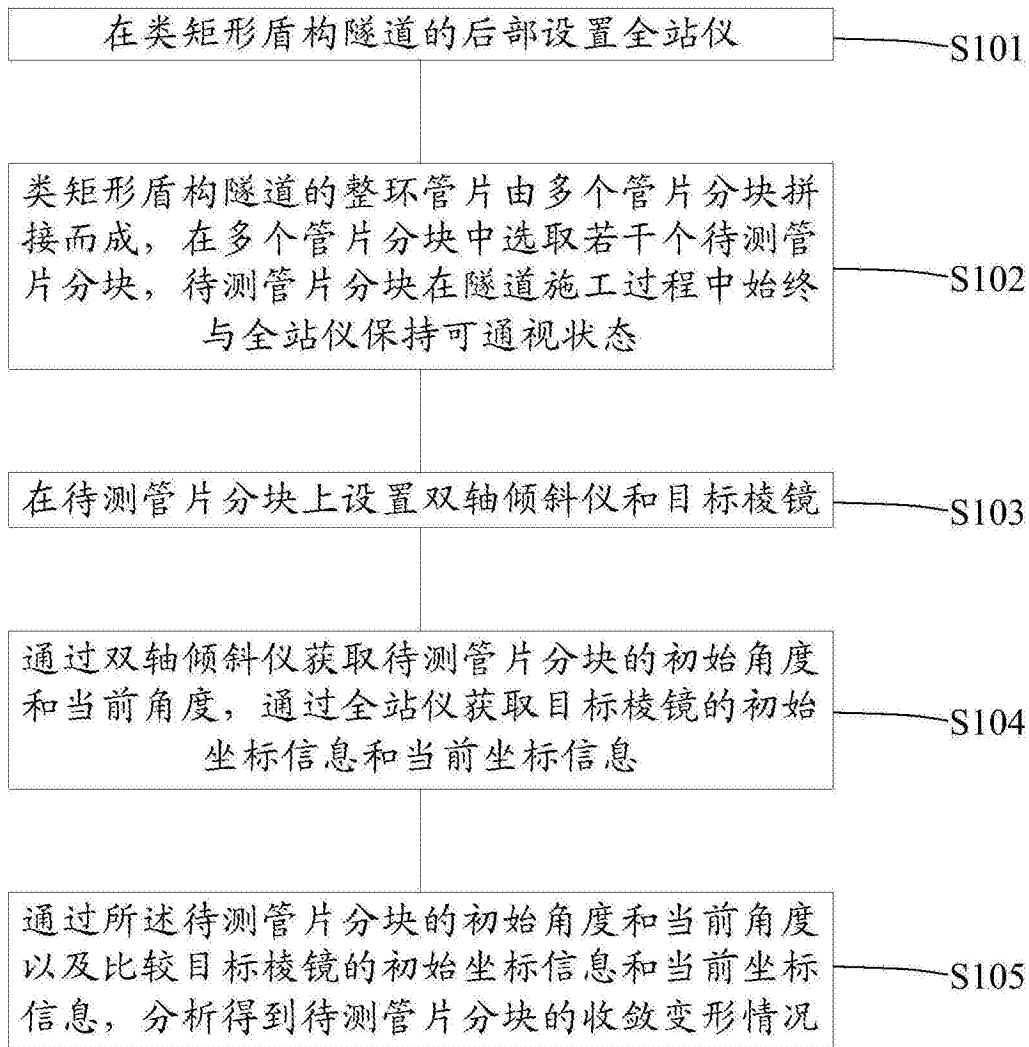


图1

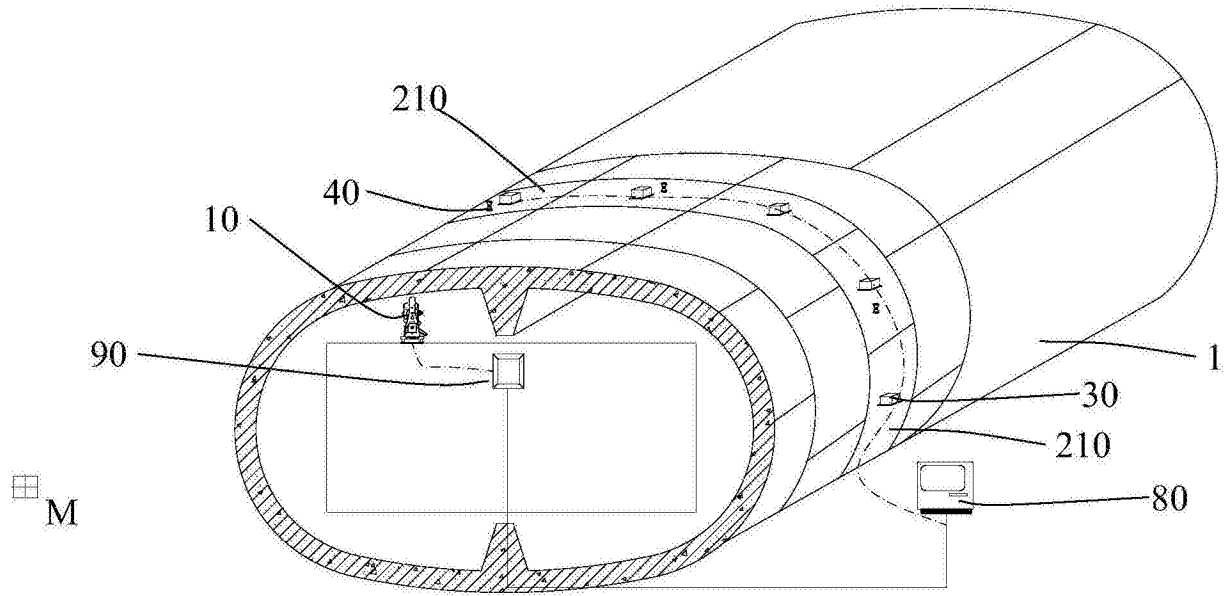


图2

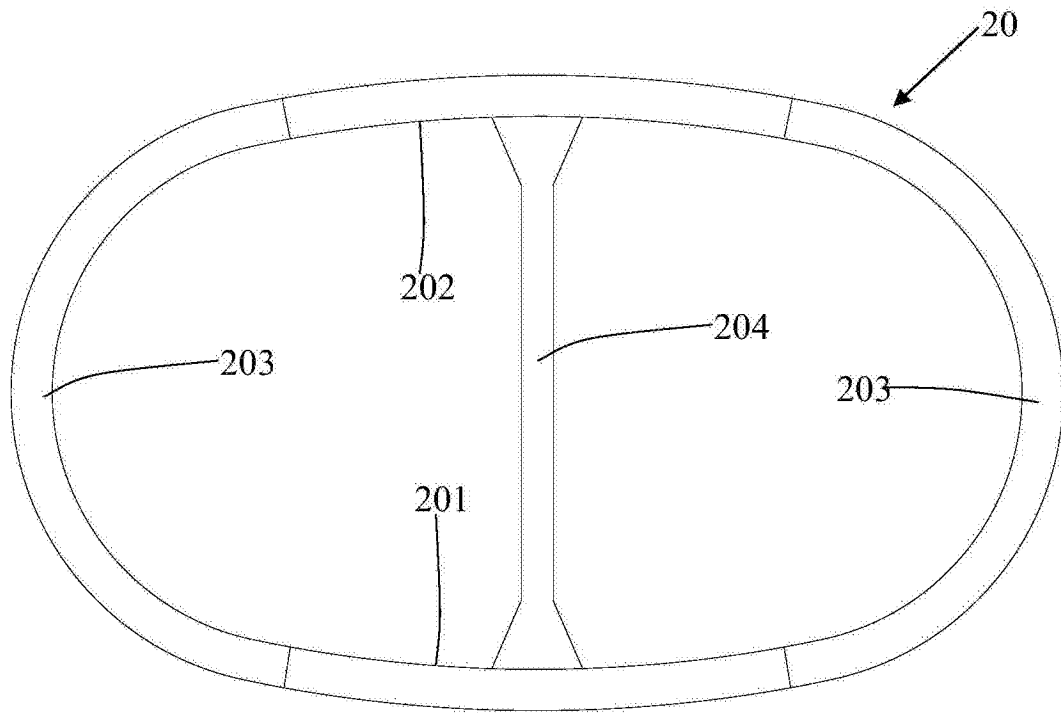


图3

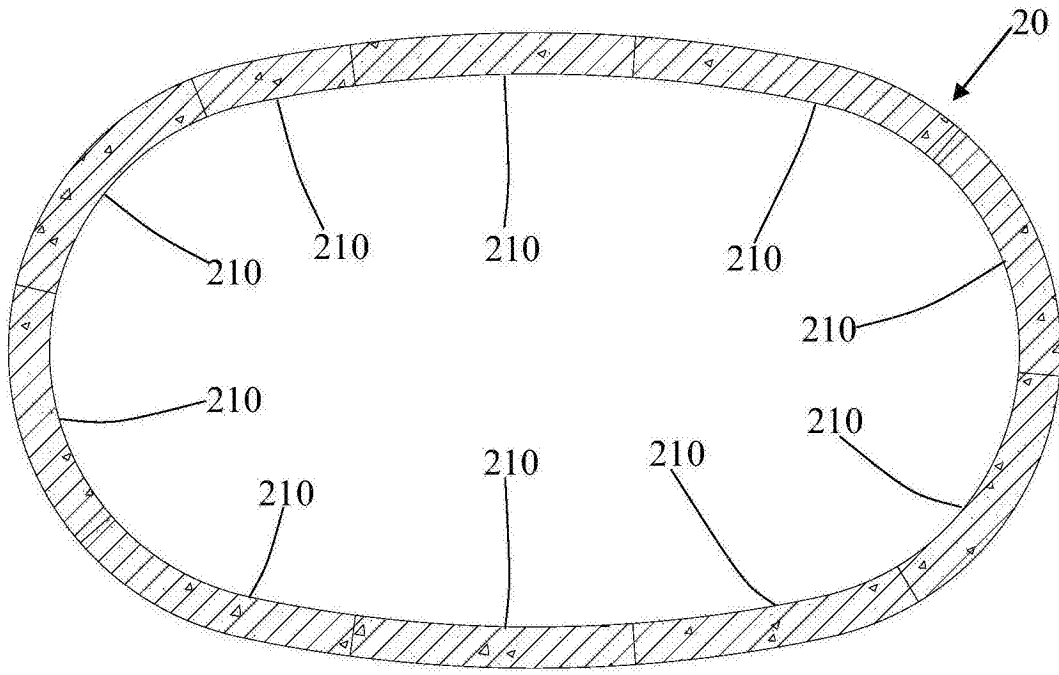


图4

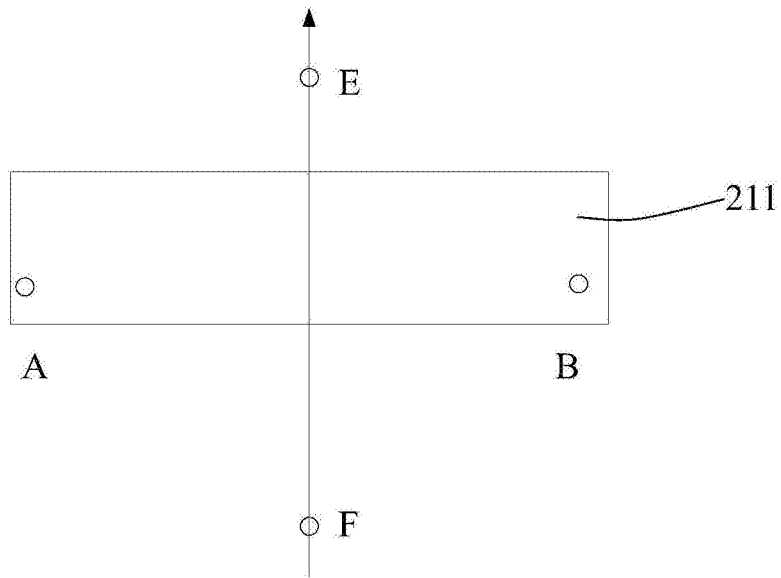


图5

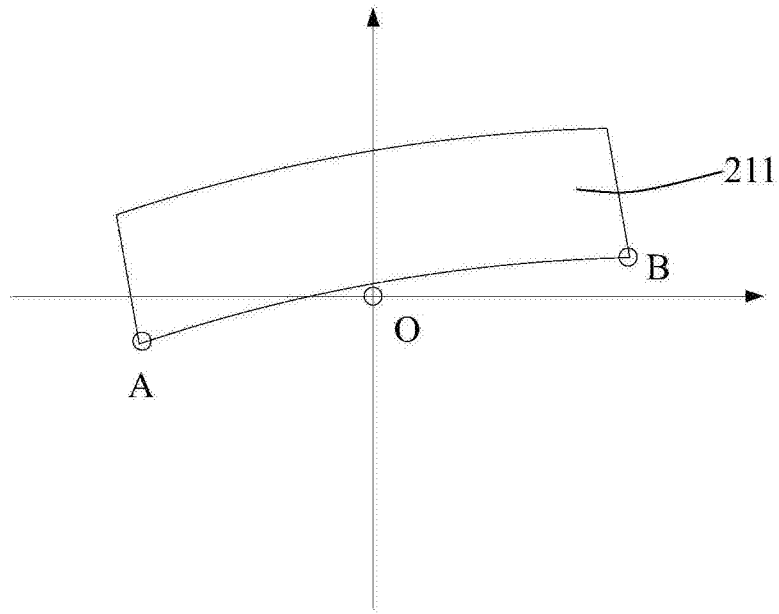


图6

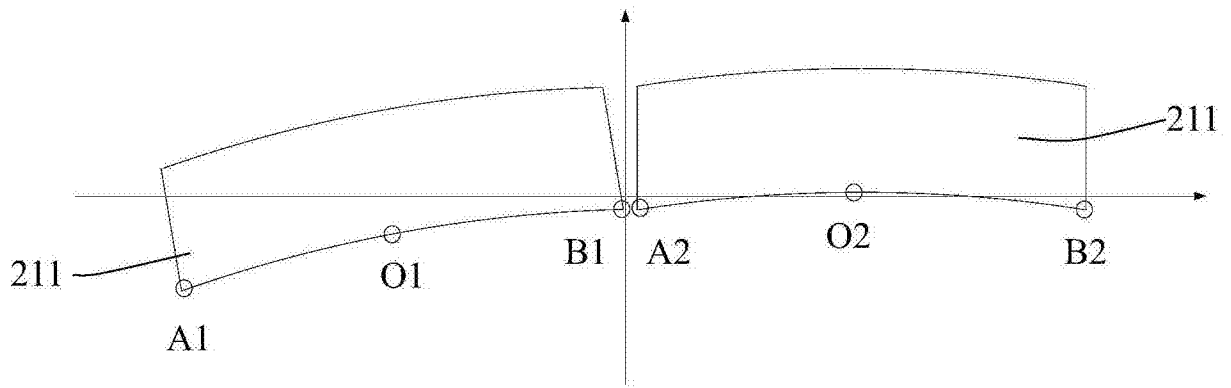


图7