



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105928486 A

(43)申请公布日 2016.09.07

(21)申请号 201610282681.4

(22)申请日 2016.05.02

(71)申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

申请人 中铁建设集团有限公司

(72)发明人 姚爱军 胡愈 曹伍富 周一君

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 刘萍

(51) Int. Cl.

G01B 21/32(2006.01)

G01N 33/00(2006.01)

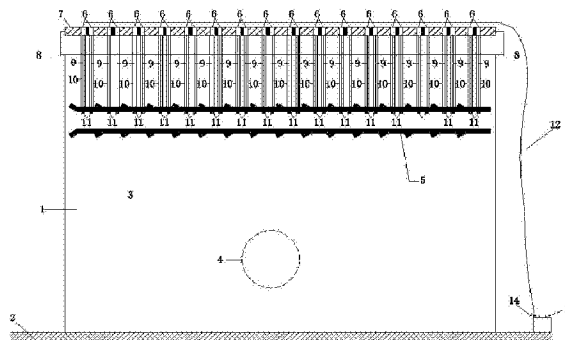
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种测量隧道施工引起邻域雨污管线变形的试验装置与方法

(57)摘要

一种测量隧道施工引起邻域雨污管线变形的试验装置与方法属于地下工程技术领域。模型箱固定在地面上,基准梁固定在模型箱顶部;模型箱内放置模型地层材料,在模型管道顶板每节钻两个孔对应一个拉线式位移传感器,拉线式位移传感器固定于基准梁,通过竹片将拉线连接并固定于模型管道顶板下端;拉线外套一层套管;从拉线式位移传感器引出拉线式位移传感器数据线,与拉线式位移传感器采集仪的端口连接。模型管道上的两点沉降通过拉线式位移传感器测得;进而求得沉降后的转角变形。本发明能够使盾构施工引起的邻域雨污管线变形的模拟试验得以实现,且试验数据精度高,试验结果准确可靠。



1. 一种测量隧道施工引起邻域雨污管线变形的试验装置,其特征在于:

模型箱(1)固定在地面(2)上,基准梁(7)固定在模型箱(1)顶部;模型箱(1)内放置模型地层材料(3),在模型管道(5)顶板每节钻两个孔对应一个拉线式位移传感器(6),拉线式位移传感器(6)固定于基准梁(7),通过竹片(11)将拉线(9)连接并固定于模型管道(5)顶板下端;拉线(9)外套一层套管(10);从拉线式位移传感器(6)引出拉线式位移传感器数据线(12),与拉线式位移传感器采集仪(13)的端口(14)连接。

2. 应用如权利要求1所述装置进行测量隧道施工引起邻域雨污管线变形的的方法,其特征在于:模型管道(5)上的两点沉降通过拉线式位移传感器(6)测得;管节发生沉降后,监测点A和B分别沉降到A'和B',设A点沉降为 $h_A$ ,B点沉降为 $h_B$ ,A点和B点距离为L,则管节的转角正切值用表达式 $\tan \alpha = \frac{h_A - h_B}{L}$ 来表达,取反函数 $\alpha = \arctan(\frac{h_A - h_B}{L})$ ,求得管节沉降后的转角变形。

## 一种测量隧道施工引起邻域雨污管线变形的试验装置与方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于地下工程技术领域,主要用于验证盾构施工对邻域内管线变形规律影响的可行性试验研究。

### 背景技术

[0002] 现阶段关于地铁隧道施工对邻域内管线变形的影响主要存在于理论研究和试验研究阶段,其中管线变形的理论研究主要集中在通过地表变形规律来推测出管线变形的规律;试验研究则主要集中在模型盾构机和试验土箱上,在试验土箱内填上相似地层材料,通过模型盾构机模拟盾构施工过程,测取隧道邻域内管线位移的变化等方面。而测量管线变形的试验方法多采用在土体内设置沉降标,将沉降标与管体绑定,在其上面布设位移计来监测管体在隧道开挖过程中的变化情况。虽然可以观测管体的变形,但位移计受土体挤压(土体变形滞后)可能出现测试不准的现象,因此测试结果仍难免会有一些缺陷。所以,在目前盾构或暗挖施工工程的模型试验研究中,测量管线变形仍存在一些问题和关键技术,即:

[0003] (1)如何提高盾构开挖后临近雨污管线位移变形的可观测性,即如何在地面上构建便于观测内部变化的模型箱与测试装置。

[0004] (2)对于三维模拟试验,如何准确测定雨污管线模型的位移,即测试装置的灵敏性。

### 发明内容

[0005] 本发明的技术方案与关键技术是试验当中的雨污管线位移测量装置与方法。

[0006] 一种测量隧道施工引起邻域雨污管线变形的试验装置,其特征在于:

[0007] 模型箱(1)固定在地面(2)上,基准梁(7)用螺钉固定在模型箱(1)顶部;模型箱(1)内放置模型地层材料(3),在模型管道(5)顶板每节钻两个孔对应一个拉线式位移传感器(6),拉线式位移传感器(6)固定于基准梁(7),通过竹片(11)将拉线(9)连接并固定于模型管道(5)顶板下端;拉线(9)外套一层套管(10);从拉线式位移传感器(6)引出拉线式位移传感器数据线(12),与拉线式位移传感器采集仪(13)的端口(14)连接。

[0008] 应用所述装置进行测量隧道施工引起邻域雨污管线变形的的方法,其特征在于:模型管道(5)上的两点沉降通过拉线式位移传感器(6)测得;管节发生沉降后,监测点A和B分别沉降到A'和B',设A点沉降为 $h_A$ ,B点沉降为 $h_B$ ,A点和B点距离为L,则管节的转角正切值可用表达式

$\tan \alpha = \frac{h_A - h_B}{L}$ 来表达,取反函数 $\alpha = \arctan\left(\frac{h_A - h_B}{L}\right)$ ,即可求得管节沉降后的转角

变形。

[0009] 更具体的:

[0010] 首先在地面(2)上固定三维钢化玻璃模型箱(1);在模型箱(1)内放入相似材料(3)以模拟各岩层,模型箱(1)的一边开一个洞口,以模拟掘进形成模型隧道(4);在模型箱(1)的相应地层埋置模型管道(5),并在模型管道(5)顶板前后钻孔,在模型管道(5)顶板钻孔处

将拉线式位移传感器(6)用竹片(11)与拉线(9)连接并布设好;拉线式位移传感器(6)固定在基准梁(7)上,将拉线(9)放置在套管(10)内并拉紧,固定在拉线式位移传感器(6)上;在静态作用下先通过拉线式位移传感器(6)引出拉线式位移传感器数据线(12),与放置在地面(2)上的拉线式位移传感器采集仪(13)的端口(14)连接,测出初值,然后分段模拟盾构掘进的施工过程,每次施工阶段完成就用拉线式位移传感器数据线(12)与放置在地面(2)上的拉线式位移传感器采集仪(13)的端口(14)连接,测出模型管道(5)每个管节监测点的沉降值,以观测模型管道(5)的沉降变化规律,同时还能分析出管节转角的变化规律(每个管节两点沉降差除以两点间距离可得出管节转角变化的正切值,取反函数即可得到管节转动角度),进而可研究出因为盾构施工引起的领域内大型雨污管道的变形破坏规律。

[0011] 本发明装置与方法是通過三维模型试验揭示地铁隧道盾构施工引起的邻域内管线变形规律的,主要解决了以下技术问题:

[0012] (1)构建了盾构施工与邻域管线的三维模型箱,模型箱采用透明钢化玻璃,能够有效观察到模型箱内模拟盾构隧道上方雨污管线的变形破坏规律。

[0013] (2)在盾构施工三维模型试验装置中,建立了一套监测装置,可将测量管线位移的拉线穿入套管,避免被土体约束而影响测量精度。该监测技术可以有效观测雨污管线位移,且监测精度较高,可达0.01mm。

[0014] 因此,采用本方法能够使盾构施工引起的邻域雨污管线变形的模拟试验得以实现,且试验数据精度高,试验结果准确可靠。

[0015] 由于规范没有对大直径雨污管线接口处的最大转角进行限定,而这类管线一旦接口处发生较大转角变形,就会出现雨污水渗漏现象,严重的可引发工程事故,因此必须对大直径雨污管线的转角变形进行严格控制。本试验方法正是以此为目标,通过试验准确测量出每个管节的沉降位移,根据管节的沉降位移可推导出管节转动的角度,进而可以研究整个管线的转角变形规律,同时为实际雨污管线的转角变形规律提供一套有价值的参考标准。

## 附图说明

[0016] 图1俯视图

[0017] 图2 A-A剖面透视图

[0018] 图3试验监测点位移示意图

## 具体实施方式

[0019] 一、系统组成

[0020] 1.模型箱2.地面3.模型地层材料4.模型隧道5.模型管道6.拉线式位移传感器7.基准梁8.托板9.拉线10.套管11.竹片12.拉线位移传感器数据线13拉线位移传感器采集仪14端口

[0021] 二、连接关系

[0022] 模型箱(1)固定在地面(2)上,基准梁(7)用螺钉固定在模型箱(1)顶部;模型箱(1)内放置模型地层材料(3),将模型管道(5)放置在相应位置。在模型管道(5)顶板钻孔,拉线式位移传感器(6)固定于基准梁(7),通过竹片(11)将拉线(9)连接并固定于模型管道(5)顶

板下端;拉线(9)外套一层套管(10)以确保拉线能够自由拉伸;从拉线式位移传感器(6)引出拉线式位移传感器数据线(12),与放置在地面(2)上的拉线式位移传感器采集仪(13)的端口(14)连接。

[0023] 俯视图如图1所示(1.模型箱2.地面3.模型地层材料4.模型隧道5.模型管道6.拉线式位移计7.基准梁8.托板13.拉线位移传感器采集仪14.端口)

[0024] A-A剖面透视图如图2所示(1.模型箱2.地面3.模型地层材料4.模型隧道5.模型管道6.拉线式位移传感器7.基准梁8.托板9.拉线10.套管11.竹片12.拉线式位移传感器数据线13拉线式位移传感器采集仪14.端口)

[0025] 1.本方法是一种通过设置基准梁和拉线感应的手段来实现接触式直接测量管体变形的试验测量方法。该方法可准确测量出试验过程中管体的沉降位移,根据管体沉降位移可推导出管节转动的角度,从而研究管体的变形规律。基准梁(7)通过螺钉固定在模型箱(1)顶部,因此顶部位移可保持不变;拉线式位移传感器(6)固定在基准梁(7)上,同时与拉线(9)紧密连接,而拉线(9)穿越套管(10),与管体实现紧密接触,可避免土体对拉线(9)的干扰,并实现对管体变形感应。因此在试验过程中只需考虑管节的沉降位移变化即可。随着隧道的开挖掘进,模型管道(5)上的两点沉降可通过拉线式位移传感器(6)测得,如图3所示。管节发生沉降后,监测点A和B分别沉降到A'和B',设A点沉降为 $h_A$ ,B点沉降为 $h_B$ ,A点和B点距离为L,则管节的转角正切值可用表达式  $\tan \alpha = \frac{h_A - h_B}{L}$  来表达,取反函数

$\alpha = \arctan\left(\frac{h_A - h_B}{L}\right)$ ,即可求得管节沉降后的转角变形。因此该方法可实现在试验中根据管体沉降位移和转角变化来研究管节的变形情况。

[0026] 2.基于上述方法,本试验过程需要保护的装置是一种接触式测量装置。该装置具体为:基准梁(7)与托板(8)通过螺钉牢固地固定在模型箱(1)的顶端,拉线式位移传感器(6)通过细螺母固定在基准梁(7)上,可确保所有拉线式位移传感器(6)均处在同一水平面上;在模型管道(5)顶板钻孔,拉线(9)穿越套管(10),其中一端穿过钻孔与竹片(11)紧密连接在一起,另一端与拉线式位移传感器(6)紧密连接在一起,可使拉线(9)与竹片(11)连接的一端密贴在模型管道(5)的顶部。随着试验过程中隧道开挖掘进,管节发生沉降,可将拉线式位移传感器数据线(12)与放置在地面(2)上的拉线式位移传感器采集仪(13)的端口(14)连接,准确测出管体沉降位移。该装置在整个试验过程中可实现拉线感应,能够始终保持接触式地精确测出管体的位移变化。

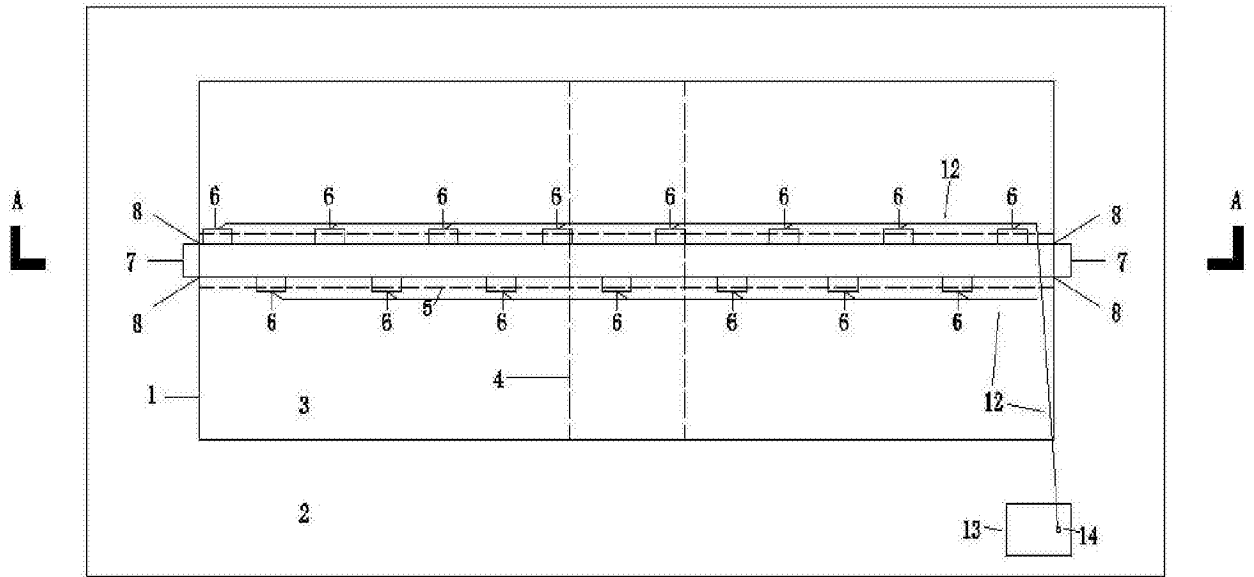


图1

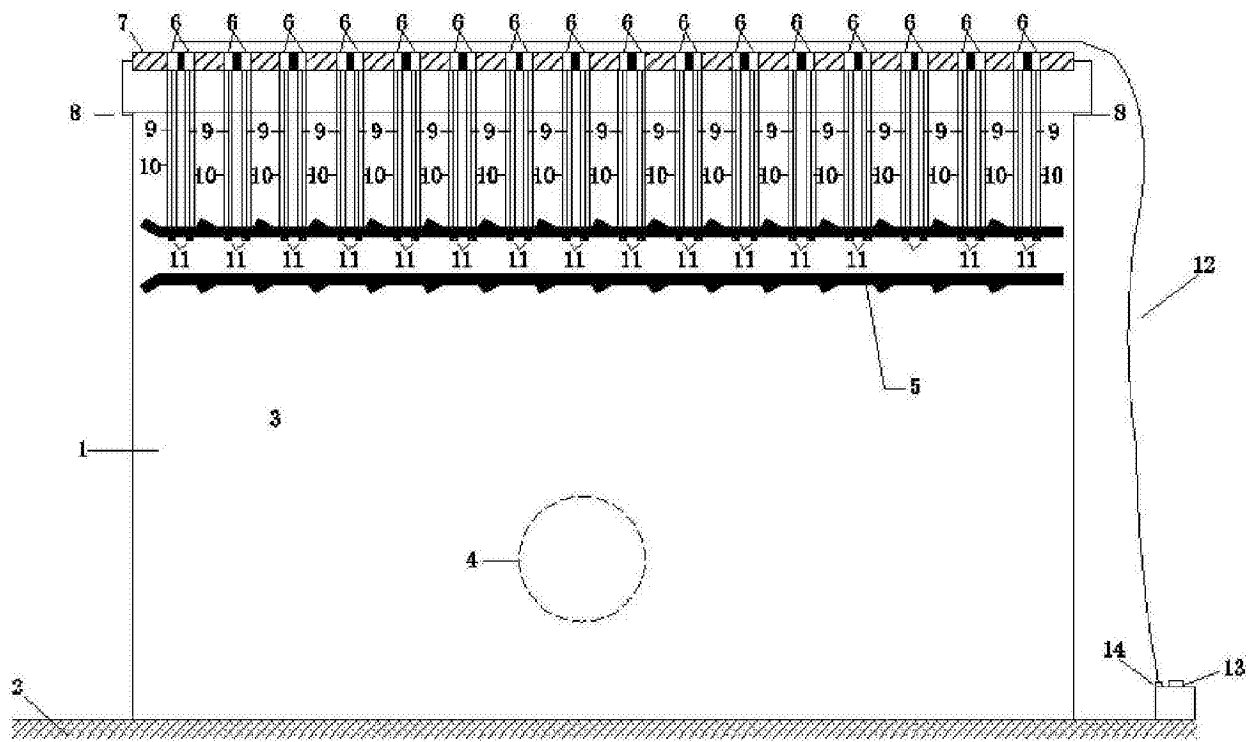


图2

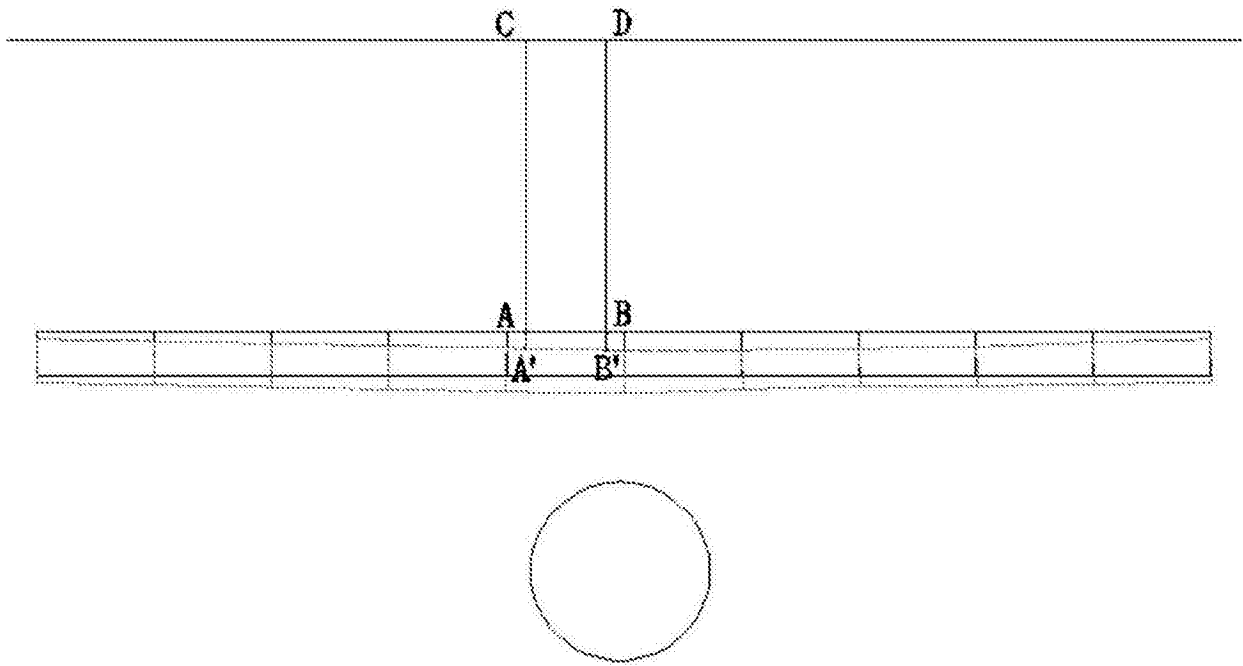


图3