



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104807440 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 29

(21) 申请号 201510249536. 1

(22) 申请日 2015. 05. 15

(71) 申请人 中铁二局股份有限公司

地址 610041 四川省成都市高新区九兴大道
高发大厦 B 幢一层 156 号

申请人 中铁二局股份有限公司城通分公司

(72) 发明人 李青山 陈卓 陈强 夏炜洋

(74) 专利代理机构 四川力久律师事务所 51221

代理人 熊晓果 韩洋

(51) Int. Cl.

G01C 5/00(2006. 01)

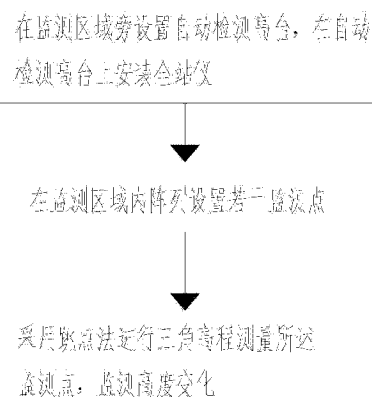
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于机场的全自动高频率地表沉降监测方法

(57) 摘要

本发明涉及机场下方开挖隧道的施工领域，特别涉及一种用于机场的全自动高频率地表沉降监测方法，其步骤为：A、在监测区域旁设置自动检测高台，在自动检测高台上安装全站仪；B、在监测区域内阵列设置若干监测点；C、采用跳点法进行三角高程测量所述监测点，监测高度变化；本发明的目的在于提供一种在机场下方隧道施工时监测机场地表沉降情况的检测方法，使监测数据更能反映实际情况、同时使监测过程满足飞机的起降限制要求，节约监测成本。



1. 一种用于机场的全自动高频率地表沉降监测方法,其步骤为:

A、在监测区域旁设置自动检测高台,在自动检测高台上安装全站仪;

B、在监测区域内阵列设置若干监测点;

C、采用跳点法进行三角高程测量所述监测点,监测高度变化。

2. 根据权利要求 1 所述的一种用于机场的全自动高频率地表沉降监测方法,其特征在于,步骤 C 中,所述全站仪连接控制终端,通过无线连接对所述全站仪进行数据交互,包括传输控制指令、返回测量结果。

3. 根据权利要求 1 所述的一种用于机场的全自动高频率地表沉降监测方法,其特征在于,用于监测机场下方隧道开挖时机场的地表沉降,所述步骤 A 中,设置自动检测高台前先确定监测区域,以平行隧道开挖面两倍盾构直径范围内区域为监测区域。

4. 根据权利要求 3 所述的一种用于机场的全自动高频率地表沉降监测方法,其特征在于,步骤 B 中,沿监测区域中心线、及中心线两侧布置若干排监测点,每排间间距相同,每排上的监测点等间距布置。

5. 根据权利要求 3 所述的一种用于机场的全自动高频率地表沉降监测方法,其特征在于,步骤 C 中,运用全站仪进行监测时,同步定期采用人工几何水准方式进行对比监测。

6. 根据权利要求 3 所述的一种用于机场的全自动高频率地表沉降监测方法,其特征在于,所述步骤 C 中,穿越机场前 100m 范围内,在盾构推进过程中,进行对地表沉降的跟踪监测。

7. 根据权利要求 3 所述的一种用于机场的全自动高频率地表沉降监测方法,其特征在于,步骤 B 中,设置监测点时,在机场的停机坪、滑行道区域采用贴片的设置方式,在绿化带内采用棱镜的设置方式。

8. 根据权利要求 3 所述的一种用于机场的全自动高频率地表沉降监测方法,其特征在于,步骤 A 中,自动检测高台高度在机场限高范围内。

9. 根据权利要求 8 所述的一种用于机场的全自动高频率地表沉降监测方法,其特征在于,步骤 A 中,全站仪通过强制对中仪器墩台安装于自动检测高台上。

一种用于机场的全自动高频率地表沉降监测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及机场下方开挖隧道的施工领域,特别涉及一种用于机场的全自动高频率地表沉降监测方法。

背景技术

[0002] 在需要建设穿过已建机场的通道时,只能通过在机场下方设置隧道,而在地下设置隧道时,需要随时监测施工处上方的地表沉降状况,以保障机场的正常使用;

[0003] 机场内滑行道及飞机跑道属禁区,施工监测须满足飞机的起降限制要求,又需确保监测的覆盖面、监测的频率和精度,现有的人工监测受机场运行限制而无法实施;机场滑行道、停机坪结构坚固,常规监测方法不能真实的反映地层和地表沉降情况,无法为下穿盾构机掘进提供真实、可靠的监测数据。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术中所存在的上述不足,提供一种在机场下方隧道施工时监测机场地表沉降情况的检测方法,使监测数据更能反映实际情况、同时使监测过程满足飞机的起降限制要求,节约监测成本。

[0005] 为了实现上述发明目的,本发明提供了以下技术方案:

[0006] 一种用于机场的全自动高频率地表沉降监测方法,其步骤为:

[0007] A、在监测区域旁设置自动检测高台,在自动检测高台上安装全站仪;

[0008] B、在监测区域内阵列设置若干监测点;

[0009] C、采用跳点法进行三角高程测量所述监测点,监测高度变化。

[0010] 现有技术中,是通过人工检测完成,在人工检测时,通过几何水准方式进行监测,需要事先利用雷达波定期对停机坪、滑行道进行扫描,确保穿越道面的绝对安全,而机场在使用状态中,人工检测只能一天监测几次,因为大部分时间有飞机使用,这样就存在监测的间隙,监测数据不能真实反映实际情况,容易形成监测的盲区,造成安全隐患,同时在环境恶劣时,人工检测也存在一定危险,成本高也是另外一个问题;

[0011] 相对于常规的人工监测,本方法可以做到实时/按设计时间监测机场监测区域地表沉降情况,使用时不再需要事先利用雷达波定期对停机坪、滑行道进行扫描,不用担心人工检测中穿越道面的安全问题,在各项苛刻条件下可进行监测施工,较一般监测方法而言,更具优越性,不受天气、环境等因素制约,同时减少了工程在人工方面的资金投入。

[0012] 作为本发明的优选方案,步骤C中,所述全站仪连接控制终端,通过无线连接对所述全站仪进行数据交互,包括传输控制指令、返回测量结果,自动化控制整个检测过程,可以根据具体工程的需要预先设定好监测方案,提高效率。

[0013] 作为本发明的优选方案,用于监测机场下方隧道开挖时机场的地表沉降,所述步骤A中,设置自动检测高台前先确定监测区域,以平行隧道开挖面两倍盾构直径范围内区域为监测区域。

[0014] 作为本发明的优选方案,步骤 B 中,沿监测区域中心线、及中心线两侧布置若干排监测点,每排间间距相同,每排上的监测点等间距布置,使监测点分布更均匀,监测效果更准确。

[0015] 作为本发明的优选方案,步骤 C 中,运用全站仪进行监测时,同步定期采用人工几何水准方式进行对比监测,不完全淘汰现有的人工检测方式,两种方式结合进行,使监测结果更准确。

[0016] 作为本发明的优选方案,所述步骤 C 中,穿越机场前 100m 范围内,在盾构推进过程中,进行对地表沉降的跟踪监测,从一开始就进行监测,扩大检测范围,使其对施工造成的地表沉降情况更易把控。

[0017] 作为本发明的优选方案,步骤 B 中,设置监测点时,在机场的停机坪、滑行道区域采用贴片的设置方式,在绿化带内采用棱镜的设置方式,不妨碍飞机正常使用机场。

[0018] 作为本发明的优选方案,步骤 A 中,自动检测高台高度在机场限高范围内,使其不影响飞机的正常升降。

[0019] 作为本发明的优选方案,步骤 A 中,全站仪通过强制对中仪器墩台安装于自动检测高台上,更精确。

[0020] 与现有技术相比,本发明的有益效果:

[0021] 使监测数据更能反映实际情况、同时使监测过程满足飞机的起降限制要求,节约监测成本。

附图说明:

[0022] 图 1 为本发明方法示意图;

[0023] 图 2 为本发明实施例 1 中的人工监测频率表;

[0024] 图 3 为本发明跳点法进行三角高程测量原理示意图;

具体实施方式

[0025] 下面结合实施例及具体实施方式对本发明作进一步的详细描述。但不应将此理解为本发明上述主题的范围仅限于以下的实施例,凡基于本发明内容所实现的技术均属于本发明的范围。

[0026] 实施例 1

[0027] 本实施例以南京至高淳城际快速轨道南京南站至禄口机场段工程 TA01 标断的施工为例,具体步骤如图 1,为:

[0028] A、在监测区域旁设置自动检测高台(采用脚手架方式搭设自动检测高台,结构简单,成本低,方便拆装),在自动检测高台上安装全站仪;

[0029] 建立 2 座仪器高位监测台(即自动检测高台),采用徕卡的全站仪(Laica TCPR1201+ 型仪器,具有马达驱动、自动照准测量、无合作目标红外测距等功能),可设置在道面邻近、与监测范围通视的高处,通过编程驱动仪器进行预定位置、按定制的测量方法实施自动测量。控制指令、测量成果等数据可借助无线连接(包括移动通讯)技术实时与仪器交互传递,同步定期采用人工几何水准方式进行对比监测,以平行隧道边线 15 米范围内区域为监测区,再利用雷达波定期对停机坪、滑行道进行扫描,确保穿越道面的绝对安全。

[0030] 考虑到覆土,以平行隧道开挖面 2D(D 为盾构直径) 范围内区域为监测区。

[0031] 机场附近要求仪器台高度不能高于机场对具体设备的限高,采用标称测程最长的全站仪,监测范围一般不大于 200 米。结合穿越段约为 370m 左右的范围,在测区设置两台台仪器;

[0032] 全站仪的设置应满足:

[0033] a. 采用强制对中仪器墩台,仪器运行期间稳定;

[0034] b. 防雨要求,顶部及三侧封闭,监测点侧敞开并与监测范围通视;

[0035] c. 220V 电源,满足仪器运营和通讯用电需求。

[0036] B、在监测区域内阵列设置若干监测点;

[0037] 盾构穿越禄口机场范围的监测区纵向长 370m(约 308 环),监测区域内沿中心线、及两侧 6m、12m、18m 布置 7 排监测点,每排按 5 环(即 6m) 间距布置,最终形成方格网状监测点;

[0038] C、采用跳点法进行三角高程测量所述监测点,监测高度变化;

[0039] 跳点法具体为:以常规三角高程测量为基础,借助于高等电子全站仪,从高程控制点出发放置觇标点作为“后视”,通过测站点并以其为“过渡”,以类似于水准测量的方式将高程传递到“前视”觇标点,故称为“跳点法”电子三角高程测量。该方法无须测量仪器高和觇标高,从而为提高三角程测量的精度打下了理论上的基础。

[0040] 其原理如图 3,数学模型如下:

[0041]
$$H_2 = H_1 + S_2 \cdot \text{tga}_2 - S_1 \cdot \text{tga}_1 + C \cdot (S_2 \cdot S_2 - S_1 \cdot S_1) \quad (1)$$

[0042] 由公式(1) 可以用三角高程测量的方法得到(假如 H_1 是高程控制点 H 的高程):

[0043]
$$H_1 = H_{\text{仪}} + S_1 \cdot \text{tga}_1 + I - V_1 + C \cdot S_1 \cdot S_1$$

[0044] 即:

[0045]
$$H_{\text{仪}} = H_1 - S_1 \cdot \text{tga}_1 - I + V_1 - C \cdot S_1 \cdot S_1 \quad (2)$$

[0046] H_2 点的高程为:

[0047]
$$H_2 = H_{\text{仪}} + S_2 \cdot \text{tga}_2 + I - V_2 + C \cdot S_2 \cdot S_2$$

[0048] 将(2) 式代入上式并假设 $V_1 = V_2$, 得:

[0049]
$$H_2 = H_1 + S_2 \cdot \text{tga}_2 - S_1 \cdot \text{tga}_1 + C \cdot (S_2^2 - S_1^2) \quad (3)$$

[0050] 在实际测量中 $V_1 = V_2$ 是可能的,即在同一站测量过程中保持觇标高不变。而由于仪器在“两次”三角高程测量的过程中是保持不变的。

[0051] 关于跳点法电子三角高程测量的误差来源及精度分析:

[0052] 误差来源

[0053] 由公式(3) 分析,跳点法电子三角高程测量的误差主要有以下几个方面的因素:

[0054] ——水平距离 S 的测量;

[0055] ——垂直角 a 的测量;

[0056] ——球气差 C 的确定。

[0057] 另外还有照准差、大气折光等因素的影响,但这些误差可以控制在很小的范围内。

[0058] 精度分析

[0059] 对公式(3) 进行全微分得到“跳点法”三角高程测量的误差关系式如下:

$$[0060] \quad mh = \sqrt{2 \cdot (S \cdot Seca \cdot ma / p)^2 + (tga \cdot ms)^2}$$

[0061] 由于公式 (3) 中的最后一项 $C \cdot (S_2^2 - S_1^2)$ 中, 系数 C 很小, 且“前后视距”有相互抵消的因素, 故该项误差可忽略不计。

[0062] 假设 $S = 200$ 米, $ma = \pm 0.5''$, $ms = \pm 1.2\text{mm}$, $a = 50$, $p = 206265$, 则有 $mh = \pm 0.7\text{mm}$

[0063] 该精度可以满足沉降监测的要求。

[0064] 如按测站有 10 站, 即测线长度为 4 公里计算, 上述误差理论结果为:

$$[0065] \quad m = \pm mh \cdot \sqrt{10} = \pm 2.21\text{mm}$$

[0066] 具体的, 所述“跳点法”在本方法中的具体使用过程:

[0067] 利用“跳点法”三角高程测量的原理, 将从业主提供的高程控制点引测的二等水准点作为“跳点法”三角高程测量的转站测点。

[0068] 觇标在不同一测站作为“后视”和“前视”时其高度持不变, 或前后视用同一只觇标, 本次监测采用棱镜贴片的方式, 可视为前后视高度是一致的, 所以满足该项要求;

[0069] “跳点法”三角高程测量应以, “后视”觇标放置于高程控制点作为起测点;

[0070] “后视距”和“前视距”最好相差不要太大, 这样有利于抵消球气差 C 引直误差;

[0071] 有“后视”必要有“前视”, 即“后视”和“前视”应成对出现;

[0072] 考虑到照准等其他因素, 前后视距各以 250 米以内为佳;

[0073] “跳点法”三角高程测量要求采用往返测量取其高程平均值以提高高程测量精度。

[0074] 所述全站仪连接控制终端, 该实施例中为计算机, 其至少具备以下四个功能:

[0075] a. 指挥数据采集器的工作;

[0076] b. 接收并存储采集器送回的数据;

[0077] c. 用专用程序整理和计算数据, 形成监测结果, 可供存储或打印输出。

[0078] d. 提交成果按方格网式平面图的形式整理提交沉降量数据;

[0079] 通过无线连接对所述全站仪进行数据交互, 包括传输控制指令、返回测量结果, 所述计算机接收到测量结果后迅速进行分析及调整隧道中盾构施工参数, 保证施工达到要求;

[0080] 尽管上述方法可以做到高频率扫描, 但是在正常掘进情况下, 尚无必要每天提供海量数据, 结合工程施工实际情况, 要求监测频率必须根据施工需要跟踪服务, 及时反映推进情况, 具体如下:

[0081] 1) 穿越机场前 100m 范围内, 在盾构推进过程中, 进行跟踪监测, 提高监测频度, 及时提供监测数据, 优化施工参数。

[0082] 2) 监测频度在正常情况下为盾构到达前后 $<30\text{m}$, $1 \sim 2$ 次/天; 盾构到达前后 $<50\text{m}$, 1 次/ $1 \sim 2$ 天; , 若有异常或突变则增加次数。

[0083] 3) 每个点从盾构切口到达前 50 米开始监测, 测点脱离盾尾后, 要加强对长期沉降的跟踪监测, 监测的频率改为 1 次/周。

[0084] 4) 整个工程结束后进行全线复测。

[0085] 检测频率要求具体如图 2,

[0086] 监测中, 需要设置监测报警值, 具体为:

[0087] 1) 地表最大隆沉量范围 $+10\text{mm} \sim -30\text{mm}$, 速率 $\leq 3\text{mm}/1$ 天。

[0088] 2) 隧道拱顶沉降 $<20\text{mm}$, 速率 $\leq 3\text{mm}/24$ 小时。

[0089] 3) 机场方面要求板块差异沉降不得超过 1cm 。

[0090] 在具体工程中, 采取本监测方法, 接收监测数据后迅速进行分析及调整盾构施工参数。下穿禄口机场段盾构掘进姿态控制在水平 $\pm 30\text{mm}$, 垂直 $-35 \sim -25\text{mm}$ 以内; 差异沉降 3mm 以内, 最大累计沉降仅 -11.16mm 。隧道线型满足设计规范要求, 成型质量较好, 渗漏点少。对机场范围内工作环境未造成任何影响。同时本监测方法, 在各项苛刻条件下可进行监测施工, 较一般监测方法而言, 更具优越性, 不受天气、环境等因素制约, 同时该方法利用仪器自动监测, 减少了工程在人工方面的资金投入。

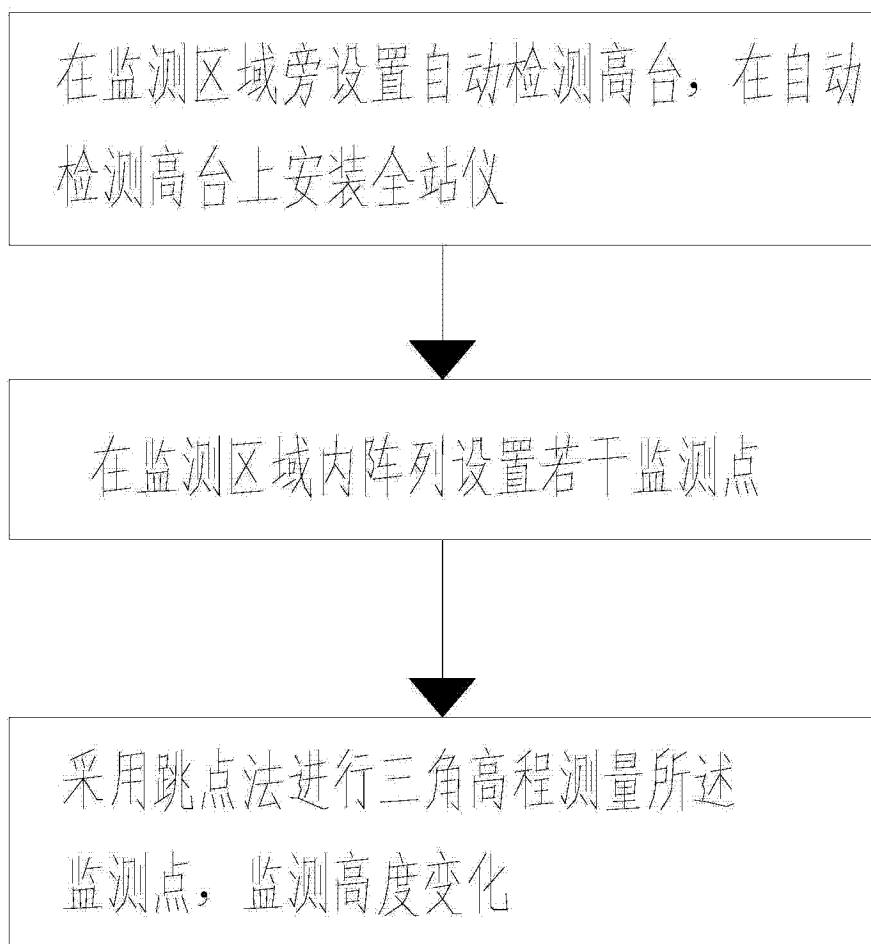


图 1

监测区域	盾构推进监测	工后监测 (人工监测)
	人工监测 (盾构前 40m, 后 30m 范围)	
试验段监测	2 次/d, 必要时加密监测	1. 穿过后 1 个月内: 2 次/周; 2. 穿过后 2 个月内: 1 次/周; 3. 穿过后 3 个月内: 1 次/2 周;
机场禁区段监测	2 次/d, 昼夜测量	
非机场禁区段监测	2 次/d, 必要时加密监测	
		4. 穿过后 4 个月至竣工: 1 次/月 5. 竣工后全线沉降测量 1 次

图 2

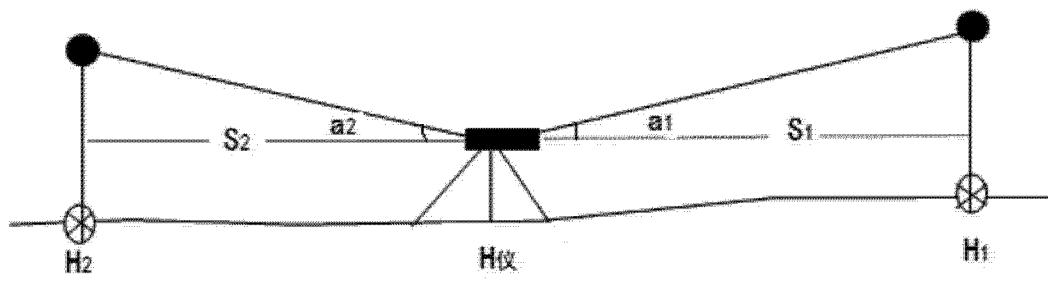


图 3