



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115758552 B

(45) 授权公告日 2023.09.15

(21) 申请号 202211633063.1

G06T 17/20 (2006.01)

(22) 申请日 2022.12.19

G08B 31/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G08B 21/18 (2006.01)

申请公布号 CN 115758552 A

G06F 119/14 (2020.01)

(43) 申请公布日 2023.03.07

(56) 对比文件

CN 112446081 A, 2021.03.05

(73) 专利权人 桂林电子科技大学

CN 113513052 A, 2021.10.19

地址 541004 广西壮族自治区桂林市金鸡
路1号

CN 114444180 A, 2022.05.06

(72) 发明人 程峰 黄志焯 黄治华 杨彦鑫
杨柏 杨德欢 吴迪 陈爱军

CN 115235420 A, 2022.10.25

(74) 专利代理机构 北京博尔赫知识产权代理事
务所(普通合伙) 16045
专利代理人 于武江

CN 113010935 A, 2021.06.22

(51) Int.Cl.

CN 114722662 A, 2022.07.08

G06F 30/13 (2020.01)

CN 108385691 A, 2018.08.10

G06F 30/23 (2020.01)

CN 110309613 A, 2019.10.08

CN 110952449 A, 2020.04.03

US 2003117652 A1, 2003.06.26

审查员 李爽

权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

基于FEA与BIM的建筑施工监测方法及监测
预警系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于FEA与BIM的建筑施工监测方法及监测预警系统,涉及建筑工程施工过程监测技术领域,建立一体化BIM三维模块,建立建筑基坑模型、建筑基础模型和上部结构模型共同作用的有限元模块并进行模拟计算,确定监测点位置,在监测点位置处实时布设传感器;建立监测数据库,将传感器监测到的数据传输至监测数据库;通过BIM二次开发建立数据接口,将监测数据库中的数据通过数据接口整合到一体化BIM三维模块中形成BIM集成模块;在BIM集成模块的基础上开发监测预警模块。监测预警系统将基坑、基础与上部结构工程的监测数据实时上传至数据库,实现建筑工程从地基基础到上部结构的施工全过程的一体化监测。



B

CN 115758552

CN

1. 一种基于FEA与BIM的建筑施工监测方法,其特征在于,具体步骤包括:

S1:建立一体化BIM三维模块,所述一体化BIM三维模块包括数字地质模型、建筑基坑模型、建筑基础模型和上部结构模型;

S2:建立建筑基坑模型、建筑基础模型和上部结构模型共同作用的有限元模块并进行模拟计算,确定应力、应变处关键节点;

S3:根据所述关键节点,确定监测点位置,在所述监测点位置处实时的布设传感器;

S4:建立监测数据库,将所述传感器监测到的数据传输至所述监测数据库;

S5:通过BIM二次开发建立数据接口,将监测数据库中的数据通过所述数据接口整合到一体化BIM三维模块中形成BIM集成模块;

S6:在所述BIM集成模块的基础上开发监测预警模块,对监测数据进行分析与处理;

所述传感器包括位移传感器、地下水位传感器和应力-应变传感器,在基坑开挖前将地下水位传感器预埋入基坑四周的地下水位监测点;在基坑开挖过程中,随着基坑支护结构施工的进行,将测斜管预埋入深层水平位移监测点;将竖向位移传感器预埋入围护结构冠梁上的支护竖向位移监测点;在建筑基础和上部结构的施工过程中,参考有限元模拟结果得出的应力应变处关键节点,确定桩基础桩身和结构柱的内力监测点位置,布设应力-应变传感器。

2. 根据权利要求1所述的一种基于FEA与BIM的建筑施工监测方法,其特征在于,S1中,采用BIM技术结合地质勘查数据建立数字地质模块,依据建筑设计图纸,在数字地质模块的基础之上建立地质、基坑、基础、上部结构的一体化BIM三维模块。

3. 根据权利要求1所述的一种基于FEA与BIM的建筑施工监测方法,其特征在于,将所述位移传感器、所述地下水位传感器、所述应力-应变传感器分别连接至无线发射盒,通过5G技术将监测到的数据高速传输至监测数据库,所述监测数据库包含实时监测数据与历史监测数据。

4. 根据权利要求1所述的一种基于FEA与BIM的建筑施工监测方法,其特征在于,S6中,所述对监测数据进行分析与处理,包括:当数据超过设置的阈值区间或有破坏的变化趋势时发出警报,并在BIM集成模块显示该监测点的坐标位置及数据信息。

5. 一种基于FEA与BIM的建筑施工监测预警系统,其特征在于,包括:

一体化BIM三维模块,用于对建筑基坑、建筑基础和上部结构的三维可视化;

有限元模块,用于对建筑基坑模型、建筑基础模型和上部结构模型进行数值模拟计算,确定应力、应变处关键节点;

监测点坐标模块,用于根据所述关键节点确定监测点坐标的位置,并布设传感器;

传感器模块,用于实时监测建筑基坑、建筑基础和上部结构施工过程中的数据,并将数据传输至监测数据库;

监测数据库,用于接收传感器模块监测到的数据并储存;

数据接口,用于对所述监测数据库中的数据进行传输;

BIM集成模块,用于获取监测点位置及对应的监测数据信息;

监测预警模块,用于对监测数据进行分析与处理;

所述传感器模块包括位移传感器、地下水位传感器和应力-应变传感器,在基坑开挖前将地下水位传感器预埋入基坑四周的地下水位监测点;在基坑开挖过程中,随着基坑支护

结构施工的进行,将测斜管预埋入深层水平位移监测点;将竖向位移传感器预埋入围护结构冠梁上的支护竖向位移监测点;在建筑基础和上部结构的施工过程中,参考有限元模拟结果得出的应力应变处关键节点,确定桩基础桩身和结构柱的内力监测点位置,布设应力-应变传感器。

6.根据权利要求5所述的一种基于FEA与BIM的建筑施工监测预警系统,其特征在于,所述一体化BIM三维模块采用BIM技术结合地质勘查数据建立数字地质模型,依据建筑设计图纸,在所述数字地质模型的基础之上建立地质、基坑、基础、上部结构的一体化BIM三维模块。

7.根据权利要求5所述的一种基于FEA与BIM的建筑施工监测预警系统,其特征在于,将所述位移传感器、所述地下水位传感器、所述应力-应变传感器分别连接至无线发射盒,通过5G技术将监测到的数据高速传输至监测数据库,所述监测数据库包含实时监测数据与历史监测数据。

8.根据权利要求5所述的一种基于FEA与BIM的建筑施工监测预警系统,其特征在于,所述监测预警模块对监测数据进行分析与处理,包括:当数据超过设置的阈值区间或有破坏的变化趋势时发出警报,并在BIM集成模块显示该监测点的坐标位置及数据信息。

基于FEA与BIM的建筑施工监测方法及监测预警系统

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑工程施工过程监测技术领域,更具体的说是涉及一种基于FEA与BIM的建筑施工监测方法及监测预警系统。

背景技术

[0002] 现代高层建筑、大型商业体等工程建设,主体工程分为基坑工程、基础工程和上部结构工程三大部分。为了确保建筑建设全过程的质量安全,对建设过程进行实时监测至关重要。基坑施工过程中对支护结构、基坑位移变化等监测数据反馈,可有效指导施工进程,保障施工安全;上部结构监测要建立在基础与上部结构共同作用的基础上才能准确反映结构的变化情况。在建筑工程施工过程中,地质、水文、荷载等条件会随工程进展不断发生变化,而现有的监测方法仅能实现对基坑工程、基础工程、上部结构工程的单独监测,无法反映三者之间的相互影响,缺乏工程进展全程中对三者的一体化监测。

[0003] 有限元分析方法(FEA,Finite Element Analysis)是通过数学近似方法模拟真实物理系统(几何和载荷工况),利用简单而又相互作用的元素(即单元),将有限数量的未知量去逼近无限未知量的真实系统。使用FEA技术,对拟建工程进行数值模拟施工,既能验证设计的合理性,同时发现施工中可能存在的问题,在实际施工过程中进行调整。建筑信息模型(BIM,Building Information Modeling)核心是通过建立虚拟的建筑工程三维模型,利用数字化技术,为模型提供完整且与实际情况一致的建筑工程信息库,借助建筑工程信息的三维模型,提高建筑工程的信息集成化程度。

[0004] 因此,如何将FEA与BIM技术高度融合,实现建筑工程施工全过程的质量、安全监控,实现建筑工程全过程一体化监测是本领域技术人员亟需解决的问题。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种基于FEA与BIM的建筑施工监测方法及监测预警系统,将FEA与BIM技术高度融合,实现建筑工程施工全过程的质量、安全监控,实现建设工程全过程一体化监测。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种基于FEA与BIM的建筑施工监测方法,具体步骤包括:

[0008] S1:建立一体化BIM三维模块,所述一体化BIM三维模块包括数字地质模型、建筑基坑模型、建筑基础模型和上部结构模型;

[0009] S2:建立建筑基坑模型、建筑基础模型和上部结构模型共同作用的有限元模型并进行模拟计算,确定应力、应变处关键节点;

[0010] S3:根据所述关键节点,确定监测点位置,在所述监测点位置处实时的布设传感器;

[0011] S4:建立监测数据库,将所述传感器监测到的数据传输至所述监测数据库;

[0012] S5:通过BIM二次开发建立数据接口,将监测数据库中的数据通过所述数据接口整

合到一体化BIM三维模块中形成BIM集成模块；

[0013] S6：在所述BIM集成模块的基础上开发监测预警模块，对监测数据进行分析与处理。

[0014] 二次开发的BIM集成模块实现了监测点坐标与监测数据等相关工程信息在三维模型上的显示，并可以直接在模型中直观获取各个监测点的坐标位置及监测数据等信息。

[0015] 优选的，S1中，采用BIM技术结合地质勘查数据建立数字地质模型，依据建筑设计图纸，在数字地质模型的基础之上建立地质、基坑、基础、上部结构的一体化BIM三维模块。

[0016] 其中，数字地质模型包含地层、岩性、断层、节理、地下水等信息，实现了地质信息的数字化和三维可视化，方便工程人员直观获取地质信息以及进行设计优化。一体化BIM三维模块在数字地质模型的基础上整合了建筑基坑、建筑基础和上部结构模型，实现了各阶段建筑信息的三维可视化。在地质体三维模型的基础上建立的基坑模型，包括基坑的围护结构和支撑体系，可以直接导出基坑工程总体的挖填方量以及各个土层的挖填方工程量；基础和上部结构模型提供包括建筑基础和上部结构的基础埋深及持力层、结构形式、混凝土与钢筋工程量等工程信息，为施工组织设计以及优化施工方案提供了参考。

[0017] 优选的，所述传感器包括位移传感器、地下水位传感器和应力-应变传感器，将所述位移传感器、所述地下水位传感器、所述应力-应变传感器分别连接至无线发射盒，通过5G技术将监测到的数据高速传输至监测数据库，所述监测数据库包含实时监测数据与历史监测数据。

[0018] 对工程进行有限元仿真模拟，得出模型的应力应变关系，结合现行相关规范使得监测点的布置更加科学、合理、经济，更加符合本工程的实际情况，可针对模拟得出的结果对设计以及施工工序进行优化。同时，结合相关施工规范和有限元模拟得出的应力应变较大处关键节点，在基坑工程的建设过程中实时的布设应力-应变传感器、位移传感器、地下水位传感器等高精度传感器，将传感器接收的数据通过基于5G的无线发射盒上传至监测数据库，实现监测数据的实时储存与上传，可在监测数据库中调用、查看各监测点数据及其变化趋势。

[0019] 优选的，S6中，所述对监测数据进行分析与处理，包括：当数据超过设置的阈值区间或有破坏的变化趋势时发出警报，并在BIM集成模块显示该监测点的坐标位置及数据信息。

[0020] 通过监测预警模块对监测到的数据进行分析，得到数据的变化趋势，当数据超过设置的阈值或有破坏的变化趋势时向管理人员发出警报，并在BIM模型中突出显示该监测点的坐标位置，以便管理人员及时做出相应措施，避免安全事故的发生。

[0021] 优选的，一种基于FEA与BIM的建筑施工监测预警系统，包括：

[0022] 一体化BIM三维模块，用于对建筑基坑、建筑基础和上部结构的三维可视化；

[0023] 有限元模块，用于对建筑基坑模型、建筑基础模型和上部结构模型进行数值模拟计算，确定应力、应变处关键节点；

[0024] 监测点坐标模块，用于根据所述关键节点确定监测点坐标的位置；

[0025] 传感器模块，用于实时监测建筑基坑、建筑基础和上部结构施工过程中的数据，并将数据传输至监测数据库；

[0026] 监测数据库，用于接收监测到的数据并储存；

- [0027] 数据接口,用于对所述监测数据库中的数据进行传输;
- [0028] BIM集成模块,用于获取监测点位置及对应的监测数据信息;
- [0029] 监测预警模块,用于对监测数据进行分析与处理。
- [0030] 优选的,所述一体化BIM三维模块采用BIM技术结合地质勘查数据建立数字地质模型,依据建筑设计图纸,在所述数字地质模型的基础之上建立地质、基坑、基础、上部结构的一体化BIM三维模块。
- [0031] 优选的,所述传感器模块包括位移传感器、地下水位传感器和应力-应变传感器,将所述位移传感器、所述地下水位传感器、所述应力-应变传感器分别连接至无线发射盒,通过5G技术将监测到的数据高速传输至监测数据库,所述监测数据库包含实时监测数据与历史监测数据。
- [0032] 优选的,所述监测预警模块对监测数据进行分析与处理,包括:当数据超过设置的阈值区间或有破坏的变化趋势时发出警报,并在BIM集成模块显示该监测点的坐标位置及数据信息。
- [0033] 经由上述的技术方案可知,与现有技术相比,本发明提供了一种基于FEA与BIM的建筑施工监测方法及监测预警系统,具体包括:利用BIM技术结合地质勘查数据建立数字地质模型,根据设计图纸,在数字地质模型基础上,构建地质、基坑、基础、上部结构一体化BIM三维模块;建立基坑、基础、上部结构的有限元模型并进行模拟计算,通过有限元模型对基坑、基础、上部结构进行模拟计算,确定应力、应变较大处关键节点;在施工过程中实时地布设相应传感器,结合相关建筑施工规范,对关键节点进行监测并建立监测数据库,监测数据通过5G技术高速传输至监测数据库储存;通过BIM技术二次开发数据接口,将监测数据库整合到三维模型中形成BIM集成模块,监测点位置信息与数据信息通过BIM集成模块以三维形式直观显示;在BIM集成模块的基础上开发监测预警模块,对建设工程施工全过程监测数据进行分析与处理。监测预警系统将基坑工程、基础工程与上部结构工程的监测数据实时上传至数据库,实现建筑工程从地基基础到上部结构的施工全过程的一体化监测。
- [0034] 本发明的有益效果:
- [0035] 本发明基于FEA的有限元施工模拟使得监测点的布设位置更加科学、经济,同时也更加符合工程的实际情况;基于BIM的建筑工程信息三维可视化,为工程提供完整的、与实际情况一致的建筑工程信息库,大大提高了建筑工程的信息集成化程度;通过监测预警系统在基坑开挖过程中监测周边地质体与临近建筑的位移,在上部结构建设过程中监测基坑变形、基础沉降、地下水位变化等,在上部结构高楼层建设过程中监测已建成低楼层结构的应力应变;将基坑工程、基础工程、上部结构工程建设过程与实时监测紧密联系形成一个整体,现场管理者对已完成的施工过程进行监测,并根据监测数据对下一个施工过程进行调整、优化,使得施工更加科学、高效。同时,所述监测预警模块对监测数据库中的数据进行研判分析,当监测点位移超过设定的阈值,或监测点的数据出现破坏的趋势时,系统自动发出警报并显示相关信息,以便管理者及时采取措施,避免安全事故的发生。在建筑建设完成后,监测预警系统仍能够继续运行,为建筑的运营和维护提供支持。

附图说明

- [0036] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现

有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

- [0037] 图1为本发明提供的施工监测方法流程图;
- [0038] 图2为本发明提供的施工监测预警系统结构图;
- [0039] 图3为本发明提供的监测预警系统对数据进行分析的方法流程图;
- [0040] 图4为本发明提供的一体化BIM三维模块的三维剖切图。

具体实施方式

[0041] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0042] 本发明实施例公开了一种基于FEA与BIM的建筑施工监测方法及监测预警系统,如图1所示为本发明提供的一种基于FEA与BIM的建筑施工监测方法流程图,具体步骤包括:S1:建立一体化BIM三维模块,所述一体化BIM三维模块包括数字地质模型、建筑基坑模型、建筑基础模型和上部结构模型;

[0043] S2:建立建筑基坑模型、建筑基础模型和上部结构模型共同作用的有限元模型并进行模拟计算,确定应力、应变处关键节点;

[0044] S3:根据所述关键节点,确定监测点位置,在所述监测点位置处实时的布设传感器;

[0045] S4:建立监测数据库,将所述传感器监测到的数据传输至所述监测数据库;

[0046] S5:通过BIM二次开发建立数据接口,将监测数据库中的数据通过所述数据接口整合到一体化BIM三维模块中形成BIM集成模块;

[0047] S6:在所述BIM集成模块的基础上开发监测预警模块,对监测数据进行分析与处理。

[0048] 其中,通过二次开发的BIM集成模块实现了监测点坐标与监测数据等相关工程信息在三维模型上的显示,并可以直接在模型中直观获取各个监测点的坐标位置及监测数据等信息。

[0049] 具体的,S1中,采用BIM技术结合地质勘查数据建立数字地质模型,依据建筑设计图纸,在数字地质模型的基础之上建立地质、基坑、基础、上部结构的一体化BIM三维模块。

[0050] 其中,数字地质模型包含地层、岩性、断层、节理、地下水等信息,实现了地质信息的数字化和三维可视化,方便工程人员直观获取地质信息以及进行设计优化。一体化BIM三维模块在数字地质模型的基础上整合了建筑基坑、建筑基础和上部结构模型,实现了各阶段建筑信息的三维可视化。在地质体三维模型的基础上建立的基坑模型,包括基坑的围护结构和支撑体系,可以直接导出基坑工程总体的挖填方量以及各个土层的挖填方工程量;基础和上部结构模型提供包括建筑基础和上部结构的基础埋深及持力层、结构形式、混凝土与钢筋工程量等工程信息,为施工组织设计以及优化施工方案提供了参考。

[0051] 具体的,所述传感器包括位移传感器、地下水位传感器和应力-应变传感器,将所

述位移传感器、所述地下水位传感器、所述应力-应变传感器分别连接至无线发射盒,通过5G技术将监测到的数据高速传输至监测数据库,所述监测数据库包含实时监测数据与历史监测数据。

[0052] 对工程进行有限元仿真模拟,得出模型的应力应变关系,结合现行相关规范使得监测点的布置更加科学、合理、经济,更加符合本工程的实际情况,可针对模拟得出的结果对设计以及施工工序进行优化。同时,结合相关施工规范和有限元模拟得出的应力应变较大处关键节点,在基坑工程的建设过程中实时的布设应力-应变传感器、位移传感器、地下水位传感器等高精度传感器,将传感器接收的数据通过基于5G的无线发射盒上传至监测数据库,实现监测数据的实时储存与上传,可在监测数据库中调用、查看各监测点数据及其变化趋势。

[0053] 具体的,S6中,所述对监测数据进行分析与处理,包括:当数据超过设置的阈值区间或有破坏的变化趋势时发出警报,并在BIM集成模块显示该监测点的坐标位置及数据信息。

[0054] 通过监测预警模块对监测到的数据进行分析,得到数据的变化趋势,当数据超过设置的阈值或有破坏的变化趋势时向管理人员发出警报,并在BIM模型中突出显示该监测点的坐标位置,以便管理人员及时做出相应措施,避免安全事故的发生。

[0055] 如图2所示为本发明提供的一种基于FEA与BIM的建筑施工监测预警系统结构图,具体包括:

[0056] 一体化BIM三维模块,用于对建筑基坑、建筑基础和上部结构的三维可视化;

[0057] 有限元模块,用于对建筑基坑模型、建筑基础模型和上部结构模型进行数值模拟计算,确定应力、应变处关键节点;

[0058] 监测点坐标模块,用于根据所述关键节点确定监测点坐标的位置;

[0059] 传感器模块,用于实时监测建筑基坑、建筑基础和上部结构施工过程中的数据,并将数据传输至监测数据库;

[0060] 监测数据库,用于接收监测到的数据并储存;

[0061] 数据接口,用于对所述监测数据库中的数据进行传输;

[0062] BIM集成模块,用于获取监测点位置及对应的监测数据信息;

[0063] 监测预警模块,用于对监测数据进行分析与处理。

[0064] 具体的,所述一体化BIM三维模块采用BIM技术结合地质勘查数据建立数字地质模型,依据建筑设计图纸,在所述数字地质模型的基础之上建立地质、基坑、基础、上部结构的一体化BIM三维模块。基于BIM的建筑工程信息三维可视化,为工程提供完整的、与实际情况一致的建筑工程信息库,大大提高了建筑工程的信息集成化程度。

[0065] 具体的,所述传感器模块包括位移传感器、地下水位传感器和应力-应变传感器,将所述位移传感器、所述地下水位传感器、所述应力-应变传感器分别连接至无线发射盒,通过5G技术将监测到的数据高速传输至监测数据库,所述监测数据库包含实时监测数据与历史监测数据。通过传感器在基坑开挖过程中监测周边地质体与临近建筑的位移;在上部结构建设过程中监测基坑变形、基础沉降、地下水位变化等;在上部结构高楼层建设过程中监测已建成低楼层结构的应力-应变。将基坑工程、基础工程、上部结构工程建设过程与实时监测紧密联系形成一个整体,现场管理者对已完成的施工过程进行监测,并根据监测数

据对下一个施工过程进行调整、优化,使得施工更加科学、高效。

[0066] 具体的,所述监测预警模块对监测数据进行分析与处理,包括:当数据超过设置的阈值区间或有破坏的变化趋势时发出警报,并在BIM集成模块显示该监测点的坐标位置及数据信息。通过监测预警模块对监测数据库中的数据进行研判分析,当监测点位移超过设定的阈值,或监测点的数据出现破坏的趋势时,自动发出警报并显示相关信息,以便管理者及时采取措施,避免安全事故的发生。在建筑建设完成后,监测预警系统仍能够继续运行,为建筑的运营和维护提供支持。

[0067] 下面通过详细实施例解释本发明的具体实现过程。

[0068] 实施例1

[0069] 本发明实施例1提供了一种施工过程与监测预警系统同步进行的方法,在施工过程进行的同时,监测预警系统逐步布设完善,最后实现一体化监测。具体步骤如下:

[0070] 步骤一:根据地质勘查报告数字资料,利用BIM技术建立三维数字地质模型,依据基坑设计图纸在数字地质模型的基础之上建立基坑三维模型,包括基坑的围护结构和支撑体系,实现基坑工程的三维可视化。针对数字地质模型与基坑三维模型的整合效果,对基坑工程的设计进行优化;

[0071] 步骤二:建立基坑的有限元模型并进行模拟计算,得出基坑的应力-应变分布图,针对模拟得出的结果对设计进行优化,根据模拟计算得出应力、应变较大处的关键节点,结合相关施工规范,确定监测点位置。在基坑开挖前将位移传感器与地下水传感器预埋入基坑四周地质体中的关键节点处,监测基坑开挖过程对周边地质以及临近建筑的影响;

[0072] 步骤三:传感器与5G无线发射盒连接,将传感器监测到的数据通过无线发射盒高速上传至数据库。通过BIM二次开发建立数据接口,将监测数据库中的数据整合到三维模型中形成BIM集成模块。BIM集成模块实现监测点位置信息与数据信息的三维可视化,可在BIM集成模块中调用、查看各监测点数据及其变化趋势;

[0073] 步骤四:在BIM集成模块的基础上开发监测预警模块,对接收到的数据进行分析,当数据异常时向管理人员发出警报;

[0074] 具体的,如图3所示,通过监测预警模块对接收到的数据进行研判分析,得到数据的变化趋势,当数据超过设置的阈值区间或有破坏的变化趋势时发出警报,并在BIM模型中突出显示该监测点的坐标位置,以便管理人员及时做出相应措施,避免安全事故的发生;

[0075] 步骤五:基坑工程建设完成后,对建筑基础建立BIM模型,进行有限元模拟施工,结合相关施工规范确定并优化传感器布设位置,并在建设过程中实时预埋高精度传感器。随着建设过程的进行,将传感器监测到的数据通过5G无线发射盒上传至数据库,并通过数据接口接入到BIM集成模块中,通过监测预警模块对基坑与基础工程的施工过程进行监测;

[0076] 步骤六:基础工程建设完成后,对上部结构建立BIM模型,进行有限元模拟施工,结合相关施工规范确定并优化传感器的布设位置,并在建设过程中实时预埋高精度传感器。随着建设过程的进行,将传感器监测到的数据通过5G无线发射盒上传至数据库,并通过数据接口接入到BIM集成模块中,然后将基坑模型、建筑基础模型与上部结构模型进行整合形成全过程的BIM集成模块,通过监测预警系统实现建设施工过程的一体化监测。

[0077] 实施例2

[0078] 本发明实施例2提供了一种在建筑施工开始前先建立监测预警系统,随着施工过

程的进行将现场获得的监测数据上传至监测数据库中,通过监测预警系统对建设工程施工进行监测的方法。具体步骤如下:

[0079] 步骤一:使用BIM技术根据地质勘查报告建立数字地质模型,根据基坑设计图纸在地质模型的基础之上建立基坑三维模型,包括基坑的围护结构和支撑体系,实现基坑工程的三维可视化;

[0080] 步骤二:根据设计图纸对建筑基础及上部结构进行建模,将基坑模型、基础模型和上部结构模型整合形成一个整体模型,针对模型的整合效果,对设计进行优化;

[0081] 步骤三:建立基坑、基础、上部结构的有限元模型并进行模拟施工计算,得出相应的应力-应变分布图,可针对模拟得出的结果对设计进行优化,得出应力、应变较大处关键节点;

[0082] 步骤四:结合相关施工规范和有限元模拟得出的应力、应变较大处关键节点,确定监测点位置;随着施工过程的进行在监测点位置预埋相应的传感器,并将传感器连接至5G无线发射盒实现监测数据的高速传输;

[0083] 步骤五:通过BIM二次开发建立数据接口并建立数据库,将接收到的监测数据上传、储存于数据库;通过二次开发的数据接口,将监测数据库整合到三维模型中形成BIM集成模块,通过BIM集成模块直观获取监测点位置及相对应的监测数据等信息,实现监测点位置信息与数据信息的三维可视化;在BIM集成模块的基础上开发监测预警模块,通过监测预警模块对接收到的数据进行分析,当数据异常时向管理人员发出警报;

[0084] 具体的,如图3所示,通过监测预警模块对接收到的数据进行研判分析,得到数据的变化趋势,当数据超过设置的阈值区间或有破坏的变化趋势时发出警报,并在BIM集成模块中突出显示该监测点的坐标位置,以便管理人员及时做出相应措施,避免安全事故的发生;

[0085] 步骤六:在基坑工程、基础工程、上部结构工程的施工过程中,相应传感器被实时埋设在指定监测点位置处,监测数据同样通过5G无线发射盒实时上传至数据库,通过监测预警系统对施工过程进行监测,并根据监测结果对接下来的施工工序进行相应的调整,实现建设全过程的一体化监测。

[0086] 实施例3

[0087] 本发明实施例3提供了一种监测预警系统的实施方法,具体步骤包括:

[0088] 步骤1:在基坑开挖前将地下水位传感器预埋入基坑四周的地下水位监测点,如图4所示的地下水位监测点位置,并将监测数据通过5G无线发射盒上传至数据库中,监测后续施工过程中地下水位的变化情况;

[0089] 步骤2:在基坑开挖过程中,随着基坑支护结构施工的进行,将测斜管预埋入深层水平位移监测点,如图4所示的水平位移监测点位置,测量围护墙或桩身在不同深度处的水平位移情况;将竖向位移传感器预埋入围护结构冠梁上的支护竖向位移监测点,如图4所示的竖向位移监测点位置,将监测数据通过5G无线发射盒上传至数据库,对基坑支护垂直方向的稳定性进行监测;

[0090] 步骤3:在建筑基础和上部结构的施工过程中,参考有限元模拟结果得出的应力应变较大关键节点,确定桩基础桩身和结构柱的内力监测点位置,如图4所示的结构内力监测点位置,布设应力-应变传感器,所得数据通过5G无线发射盒上传至数据库,对建筑基础和

上部结构的稳定性进行监测；

[0091] 步骤4：通过监测预警模块对所接收的数据进行研判分析，对已完成的施工过程进行监测，并指导下个施工过程，对建筑建设从基坑工程到基础工程和上部结构工程实现一体化监测。

[0092] 监测预警系统从基坑工程建设开始即投入使用，随着施工过程的进行，基础工程与上部结构工程的监测数据实时上传至数据库，通过监测预警系统实现建筑工程从基坑开挖到上部结构的施工过程一体化监测。此外，监测预警系统在建筑建设完成后可继续在建筑的运营和维护阶段提供监测。

[0093] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言，由于其与实施例公开的方法相对应，所以描述的比较简单，相关之处参见方法部分说明即可。

[0094] 对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

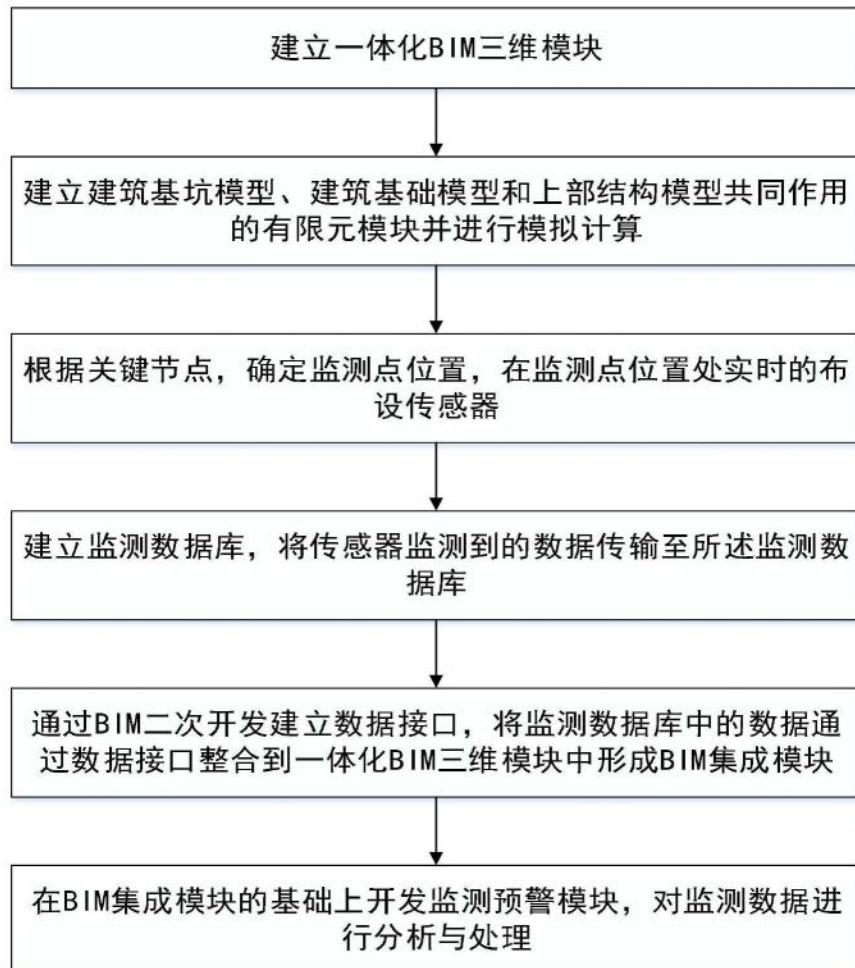


图1

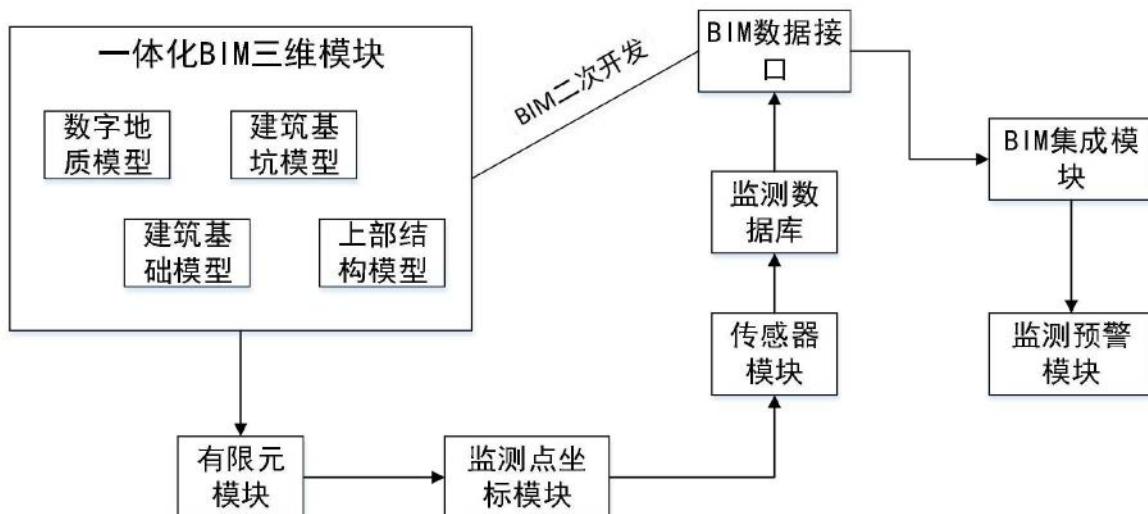


图2

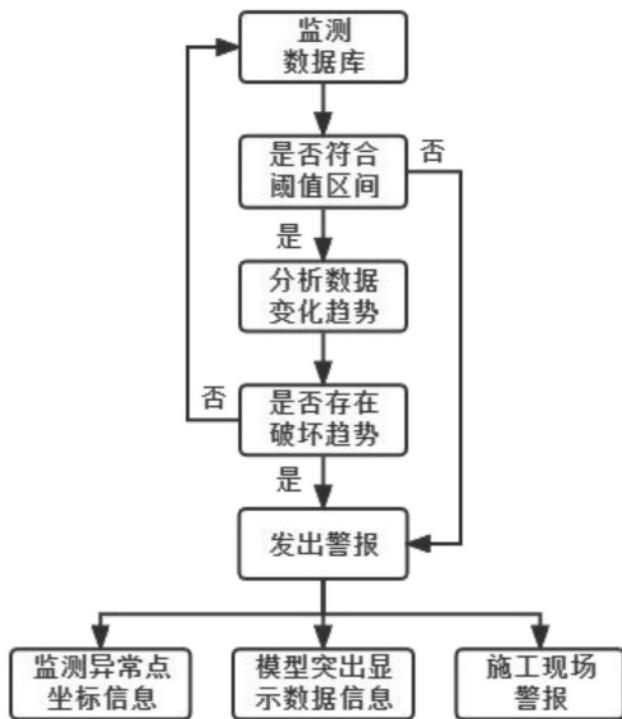


图3

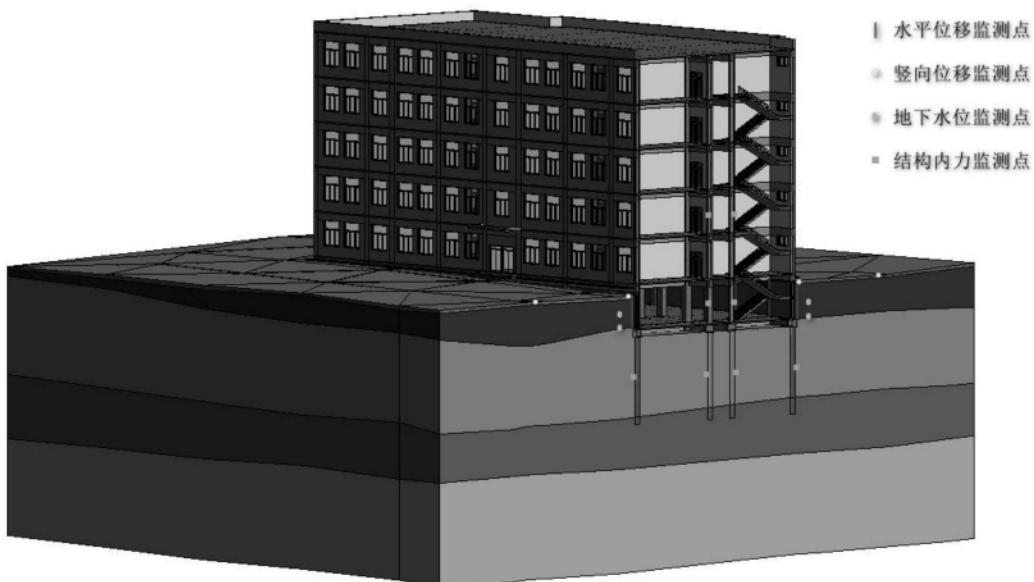


图4