



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118153161 A

(43) 申请公布日 2024.06.07

(21) 申请号 202410274408.1

(22) 申请日 2024.03.11

(71) 申请人 北京市第五建筑工程集团有限公司
地址 100020 北京市朝阳区北四环东路甲6
号院2号楼A单元2层211室

(72) 发明人 王福刚 冯泽云 朱涵 耿贵权
张立国 马玉峰 许巍山 孙小雪
王治 刘万喜 计垚

(74) 专利代理机构 北京维正专利代理有限公司
11508
专利代理师 俞振明

(51) Int. Cl.

G06F 30/13 (2020.01)

G06Q 10/0633 (2023.01)

G06Q 50/08 (2012.01)

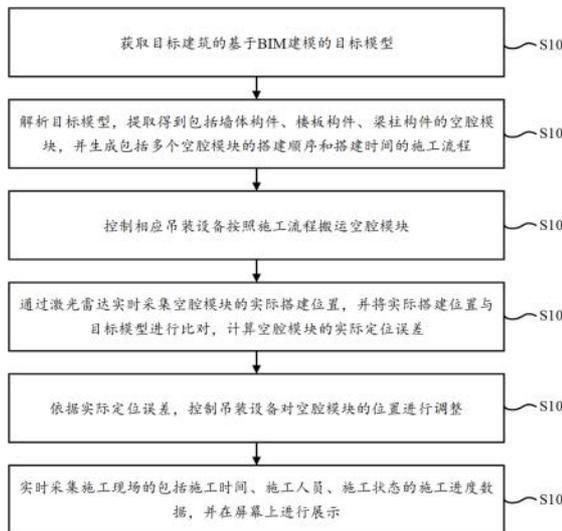
权利要求书3页 说明书14页 附图4页

(54) 发明名称

一种SPCS结构的施工方法及设备

(57) 摘要

一种SPCS结构的施工方法及设备,涉及图像处理领域,该方法包括:获取目标建筑的基于BIM建模的目标模型;提取得到包括墙体构件、楼板构件、梁柱构件的空腔模块,并生成包括多个空腔模块的搭建顺序和搭建时间的施工流程;控制相应吊装设备按照施工流程搬运空腔模块;通过激光雷达实时采集空腔模块的实际搭建位置,并将实际搭建位置与目标模型进行比对,计算空腔模块的实际定位误差;依据实际定位误差,控制吊装设备对空腔模块的位置进行调整;实时采集施工现场的包括施工时间、施工人员、施工状态的施工进度数据,并在屏幕上进行展示。实施该方法,准确获取了空腔模块的定位误差并及时调整模块定位,从而提高了SPCS结构施工的质量和效率。



1. 一种SPCS结构的施工方法,应用于施工设备,其特征在于,所述方法包括:
 - 获取目标建筑的基于BIM建模的目标模型;
 - 解析所述目标模型,提取得到包括墙体构件、楼板构件、梁柱构件的空腔模块,并生成包括多个所述空腔模块的搭建顺序和搭建时间的施工流程;所述搭建顺序按照所述空腔模块的接驳关系、力学作用顺序进行确定;
 - 控制相应吊装设备按照所述施工流程搬运所述空腔模块;
 - 通过激光雷达实时采集所述空腔模块的实际搭建位置,并将所述实际搭建位置与所述目标模型进行比对,计算所述空腔模块的实际定位误差;
 - 依据所述实际定位误差,控制所述吊装设备对所述空腔模块的位置进行调整;
 - 实时采集施工现场的包括施工时间、施工人员、施工状态的施工进度数据,并在屏幕上展示。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述解析所述目标模型,提取得到包括墙体构件、楼板构件、梁柱构件的空腔模块,并生成包括多个所述空腔模块的搭建顺序和搭建时间的施工流程,具体包括:
 - 通过解析BIM模型,提取得到空腔模块的几何尺寸、材质参数以及位置坐标;所述空腔模块包括墙体构件、楼板构件以及梁柱构件;
 - 基于所述几何尺寸和所述材质参数,计算得到所述空腔模块的重量参数;
 - 依据所述位置坐标和所述重量参数分析所述空腔模块之间的界面关系、受力特点以及吊装设备的载重能力,采用拓扑排序方法确定所述空腔模块的搭建顺序;
 - 结合工程进度计划、模块制作周期,分析确定所述空腔模块的搭建时间;
 - 基于所述搭建顺序和所述搭建时间,生成完整的施工流程。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述控制相应吊装设备按照所述施工流程搬运所述空腔模块,具体包括:
 - 获取所述空腔模块的尺寸参数和重量参数,并基于所述尺寸参数和所述重量参数确定对应的吊装设备;
 - 根据所述施工流程中所述空腔模块的吊装时间顺序,规划起重机的作业位置和运动轨迹;
 - 结合所述空腔模块的形状参数和重心位置,确定对应的吊装方法;所述吊装方法包括吊装索具的数量和锚固位置;
 - 在吊装前对吊装设备进行调试,确认设备状态正常、吊装参数设置为预设参数值;
 - 控制起重机按照所述吊装时间、所述作业位置和所述运动轨迹搬运所述空腔模块。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,在所述控制起重机按照所述吊装时间、所述作业位置和所述运动轨迹搬运所述空腔模块的步骤之后,所述方法还包括:
 - 实时监测所述空腔模块的吊装坐标和吊装高度;
 - 基于所述吊装坐标和所述吊装高度,计算所述空腔模块的落点范围;
 - 使用线型激光对所述落点范围进行指示。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述基于所述吊装坐标和所述吊装高度,计算所述空腔模块的落点范围,具体包括:
 - 基于所述吊装坐标和所述吊装高度,计算所述空腔模块在正常工作情况下的落点范

围;

将所述空腔模块的所述落点范围、所述形状参数和所述重心位置输入到下落预演大模型中,得到所述空腔模块异常掉落的警戒范围;

在所述警戒范围内出现工作人员时,发出警示信息。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述获取目标建筑的基于BIM建模的目标模型的步骤之前,所述方法还包括:

通过对工程场地进行三维扫描,获取所述工程场地的点云数据;

基于所述点云数据生成所述工程场地的三维场地模型;

根据建筑设计图纸,采用BIM技术对建筑进行三维建模,生成三维建筑模型;

融合所述三维场地模型和所述三维建筑模型,得到目标模型。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述实时采集施工现场的包括施工时间、施工人员、施工状态的施工进度数据,并在屏幕上展示的步骤之后,所述方法还包括:

对所述施工进度数据进行关联分析,确定当前的施工阶段进度是否在预设进度范围内;

若在预设进度范围内,则保存所述施工进度数据;

若不在预设进度范围内,则发出提示信息;所述提示信息用于提示用户及时确定造成进度异常的具体原因;

收集当前施工进度的关联信息数据;所述关联信息数据包括当天的气象信息、人员出勤信息、材料供应信息、主要机械设备运行状态;

将所述关联信息数据与历史数据进行对比分析,确定造成进度异常的预测原因,并显示给所述用户;

在所述用户选择确定对应的预测原因之后,显示对应的改进措施和施工调整方案。

8. 一种施工设备,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取目标建筑的基于BIM建模的目标模型;

解析模块,用于解析所述目标模型,提取得到包括墙体构件、楼板构件、梁柱构件的空腔模块,并生成包括多个所述空腔模块的搭建顺序和搭建时间的施工流程;所述搭建顺序按照所述空腔模块的接驳关系、力学作用顺序进行确定;

控制模块,用于控制相应吊装设备按照所述施工流程搬运所述空腔模块;

检测模块,用于通过激光雷达实时采集所述空腔模块的实际搭建位置,并将所述实际搭建位置与所述目标模型进行比对,计算所述空腔模块的实际定位误差;

校正模块,用于依据所述实际定位误差,控制所述吊装设备对所述空腔模块的位置进行调整;

显示模块,用于实时采集施工现场的包括施工时间、施工人员、施工状态的施工进度数据,并在屏幕上展示。

9. 一种施工设备,其特征在于,包括:一个或多个处理器和存储器;

所述存储器与所述一个或多个处理器耦合,所述存储器用于存储计算机程序代码,所述计算机程序代码包括计算机指令,所述一个或多个处理器调用所述计算机指令以使得所述施工设备执行如权利要求1-7中任一项所述的方法。

10.一种计算机可读存储介质,包括指令,其特征在于,当所述指令在施工设备上运行时,使得所述施工设备执行如权利要求1-7中任一项所述的方法。

一种SPCS结构的施工方法及设备

技术领域

[0001] 本申请涉及图像数据处理领域,尤其涉及一种SPCS结构的施工方法及设备。

背景技术

[0002] 随着社会进步,建筑行业对建筑效率和质量的要求日益提高。传统的建筑施工主要依靠人工进行砌块和浇注混凝土等操作。这种作业方式劳动强度大、施工周期长、质量控制困难。

[0003] 为实现建筑业的现代化,我国积极推广装配整体叠合结构体系(简称SPCS结构体系),SPCS结构体系是全部或部分抗侧力构件采用叠合剪力墙、叠合柱的装配式混凝土结构体系,其最大的特点是采用空腔墙体的预制构件,这种构件自重较轻,便于大块面组装,可以实现少拼缝。同时,预制构件之间采用钢结构联结件进行高强度机械连接,可以提高整体刚度。

[0004] 然而,相关技术在实施SPCS结构施工时,难以准确获取各空腔模块的实际定位误差,无法及时进行定位调整,导致模块定位偏差大,影响到了施工质量和施工效率。

发明内容

[0005] 本申请提供了一种SPCS结构的施工方法及设备,用于优化模块定位偏差过大的问题,提高SPCS结构施工的质量和效率。

[0006] 第一方面,本申请提供了一种SPCS结构的施工方法,应用于施工设备,该方法包括:获取目标建筑的基于BIM建模的目标模型;解析目标模型,提取得到包括墙体构件、楼板构件、梁柱构件的空腔模块,并生成包括多个空腔模块的搭建顺序和搭建时间的施工流程;搭建顺序按照空腔模块的接驳关系、力学作用顺序进行确定;控制相应吊装设备按照施工流程搬运空腔模块;通过激光雷达实时采集空腔模块的实际搭建位置,并将实际搭建位置与目标模型进行比对,计算空腔模块的实际定位误差;依据实际定位误差,控制吊装设备对空腔模块的位置进行调整;实时采集施工现场的包括施工时间、施工人员、施工状态的施工进度数据,并在屏幕上展示。

[0007] 在上述实施例中,施工设备通过获取基于BIM建模的目标模型,解析模型生成施工流程,控制吊装设备按照流程进行空腔模块的搬运,采集空腔模块的实际搭建位置与目标模型进行比对定位误差计算,并进行定位调整,还可以实时采集和展示施工进度数据。该方法实现了对空腔模块实际定位误差的准确获取并进行定位调整,解决了空腔模块定位偏差过大的问题,提高了SPCS结构施工的质量和效率。

[0008] 结合第一方面的一些实施例,在一些实施例中,解析目标模型,提取得到包括墙体构件、楼板构件、梁柱构件的空腔模块,并生成包括多个空腔模块的搭建顺序和搭建时间的施工流程,具体包括:通过解析BIM模型,提取得到空腔模块的几何尺寸、材质参数以及位置坐标;空腔模块包括墙体构件、楼板构件以及梁柱构件;基于几何尺寸和材质参数,计算得到空腔模块的重量参数;依据位置坐标和重量参数分析空腔模块之间的界面关系、受力特

点以及吊装设备的载重能力,采用拓扑排序方法确定空腔模块的搭建顺序;结合工程进度计划、模块制作周期,分析确定空腔模块的搭建时间;基于搭建顺序和搭建时间,生成完整的施工流程。

[0009] 在上述实施例中,施工设备解析BIM模型获取模块参数,计算重量参数,分析接口关系确定空腔模块的搭建顺序,结合进度计划确定空腔模块的搭建时间,最终生成完整施工流程方案。通过解析模型获取空腔模块的详细参数作为生成施工流程的基础,并考虑各方面因素合理确定空腔模块的搭建顺序和时间,使得最终生成的施工流程更加准确合理,为后续施工提供了精确可靠的施工流程指导,提高了施工方案的科学性。

[0010] 结合第一方面的一些实施例,在一些实施例中,控制相应吊装设备按照施工流程搬运空腔模块,具体包括:获取空腔模块的尺寸参数和重量参数,并基于尺寸参数和重量参数确定对应的吊装设备;根据施工过程中空腔模块的吊装时间顺序,规划起重机的作业位置和运动轨迹;结合空腔模块的形状参数和重心位置,确定对应的吊装方法;吊装方法包括吊装索具的数量和锚固位置;在吊装前对吊装设备进行调试,确认设备状态正常、吊装参数设置为预设参数值;控制起重机按照吊装时间、作业位置和运动轨迹搬运空腔模块。

[0011] 在上述实施例中,施工设备确定吊装设备,规划起重机运动位置和轨迹,确定吊装方法,对设备进行调试,最终控制起重机进行空腔模块的吊装。通过对空腔模块参数和起重性能的匹配分析,合理确定起重机的作业位置和运动轨迹,能够指导起重机准确定位;同时对起重机设备进行提前调试,从而可以精准可控地进行空腔模块的吊装,提高了吊装的安全性和精准度。

[0012] 结合第一方面的一些实施例,在一些实施例中,在控制起重机按照吊装时间、作业位置和运动轨迹搬运空腔模块的步骤之后,该方法还包括:实时监测空腔模块的吊装坐标和吊装高度;基于吊装坐标和吊装高度,计算空腔模块的落点范围;使用线型激光对落点范围进行指示。

[0013] 在上述实施例中,施工设备在空腔模块吊装时,实时监测吊装坐标和高度,计算空腔模块的落点范围,并使用激光指示落点范围。通过实时监测吊装状态,快速计算并指示出模块的预计落点区域,使工作人员能够清楚知晓落点位置,便于提前进行安装准备工作,在模块吊装落下时可以快速正确进行模块的装配与连接。提高了模块吊装过程中的作业效率,为后续模块装配工作提供了精确的空间定位依据。

[0014] 结合第一方面的一些实施例,在一些实施例中,基于吊装坐标和吊装高度,计算空腔模块的落点范围,具体包括:基于吊装坐标和吊装高度,计算空腔模块在正常工作情况下的落点范围;将空腔模块的落点范围、形状参数和重心位置输入到下落预演大模型中,得到空腔模块异常掉落的警戒范围;在警戒范围内出现工作人员时,发出警示信息。

[0015] 在上述实施例中,施工设备在正常和异常情况下进行模块落点范围计算,并在异常情况下发出警示。考虑到吊装过程中的各种异常情况可能导致模块落点范围扩大,计算异常落点范围作为警戒范围,当有人员靠近时发出警示,可以避免意外伤害的发生。进一步提高了吊装过程中的安全性,降低了吊装异常导致的安全风险。

[0016] 结合第一方面的一些实施例,在一些实施例中,在获取目标建筑的基于BIM建模的目标模型的步骤之前,方法还包括:通过对工程场地进行三维扫描,获取工程场地的点云数据;基于点云数据生成工程场地的三维场地模型;根据建筑设计图纸,采用BIM技术对建筑

进行三维建模,生成三维建筑模型;融合三维场地模型和三维建筑模型,得到目标模型。

[0017] 在上述实施例中,施工设备在获取目标模型之前,对工程场地三维扫描获取点云数据,生成三维场地模型。结合BIM三维建筑模型,可以得到融合场地环境的目标模型。使目标模型包含了场地的具体情况,数据更加准确完整,为后续的施工流程生成和定位对比提供了精确的场地环境依据,提高了定位的精准度,也使规划的施工方案更加符合现场情况。

[0018] 结合第一方面的一些实施例,在一些实施例中,在实时采集施工现场的包括施工时间、施工人员、施工状态的施工进度数据,并在屏幕上进行展示的步骤之后,方法还包括:对施工进度数据进行关联分析,确定当前的施工阶段进度是否在预设进度范围内;若在预设进度范围内,则保存施工进度数据;若不在预设进度范围内,则发出提示信息;提示信息用于提示用户及时确定造成进度异常的具体原因;收集当前施工进度的关联信息数据;关联信息数据包括当天的气象信息、人员出勤信息、材料供应信息、主要机械设备运行状态;将关联信息数据与历史数据进行对比分析,确定造成进度异常的预测原因,并显示给用户;在用户选择确定对应的预测原因之后,显示对应的改进措施和施工调整方案。

[0019] 在上述实施例中,施工设备在展示施工进度数据后,对进度数据进行分析,确定进度异常原因,并提供改进方案。能够快速分析施工进度异常的原因,针对性地提出改进措施,实现闭环式的施工进度控制,确保施工进度符合预期,保证施工任务按期高质量完成,提高了施工过程中的过程控制能力,保证了施工进度和质量。

[0020] 第二方面,本申请实施例提供了一种施工设备,该施工设备包括:获取模块,用于获取目标建筑的基于BIM建模的目标模型;解析模块,用于解析目标模型,提取得到包括墙体构件、楼板构件、梁柱构件的空腔模块,并生成包括多个空腔模块的搭建顺序和搭建时间的施工流程;搭建顺序按照空腔模块的接驳关系、力学作用顺序进行确定;控制模块,用于控制相应吊装设备按照施工流程搬运空腔模块;检测模块,用于通过激光雷达实时采集空腔模块的实际搭建位置,并将实际搭建位置与目标模型进行比对,计算空腔模块的实际定位误差;校正模块,用于依据实际定位误差,控制吊装设备对空腔模块的位置进行调整;显示模块,用于实时采集施工现场的包括施工时间、施工人员、施工状态的施工进度数据,并在屏幕上进行展示。

[0021] 第三方面,本申请实施例提供了一种施工设备,该施工设备包括:一个或多个处理器和存储器;该存储器与该一个或多个处理器耦合,该存储器用于存储计算机程序代码,该计算机程序代码包括计算机指令,该一个或多个处理器调用该计算机指令以使得该施工设备执行如第一方面以及第一方面中任一可能的实现方式描述的方法。

[0022] 第四方面,本申请实施例提供一种包含指令的计算机程序产品,当上述计算机程序产品在施工设备上运行时,使得上述施工设备执行如第一方面以及第一方面中任一可能的实现方式描述的方法。

[0023] 第五方面,本申请实施例提供一种计算机可读存储介质,包括指令,当上述指令在施工设备上运行时,使得上述施工设备执行如第一方面以及第一方面中任一可能的实现方式描述的方法。

[0024] 可以理解地,上述第二方面、第三方面提供的施工设备,第四方面提供的计算机程序产品和第五方面提供的计算机存储介质均用于执行本申请实施例所提供的方法。因此,其所能达到的有益效果可参考对应方法中的有益效果,此处不再赘述。

[0025] 本申请实施例中提供的一个或多个技术方案,至少具有如下技术效果或优点:

1、由于采用了获取目标建筑的基于BIM建模的目标模型,解析模型生成施工流程,控制吊装设备按照流程进行模块搬运,采集模块实际搭建位置与目标模型进行比对定位误差计算,并进行定位调整的技术手段。所以可以准确获取空腔模块的实际定位误差,并及时进行定位调整,有效解决了相关技术中无法准确获取空腔模块实际定位误差,无法及时进行定位调整,导致模块定位偏差过大的问题,进而实现了提高SPCS结构施工的质量和效率,使整个搭建过程中的模块定位精准化,确保各构件位置正确,整体提升了SPCS结构工程的质量水平。

[0026] 2、由于采用了在模块吊装后,增加实时监测吊装坐标和高度,计算并指示模块落点范围的技术手段。所以可以快速指示出模块的预计落点区域,使工作人员能够清楚知晓落点位置,有效解决了相关技术中作业人员无法及时了解模块落点信息,无法提前准备作业的问题,进而实现了提高模块吊装过程中的作业效率,为后续模块装配工作提供了精确的空间定位依据,使作业人员可以在模块吊装落下时快速正确进行定位和装配连接,缩短了整体模块安装的作业周期,同时保证了过程安全。

[0027] 3、由于采用了对施工进度数据进行分析,确定进度异常原因,并提供改进方案的技术手段。所以可以快速分析并找出施工进度异常的原因,针对性地提出改进措施,有效解决了相关技术中无法准确分析定位施工进度异常原因,无法及时有针对性提出进度控制措施的问题,进而实现了闭环式的施工进度监控与控制,确保施工进度符合预期规划,保证施工任务按期高质量完成,大大提升了施工过程中的过程控制能力,使整个施工项目能够高效、有序地推进,避免了进度失控的质量和安全风险。

附图说明

- [0028] 图1是本申请实施例中SPCS结构的施工方法的一个流程示意图;
图2是本申请实施例中SPCS结构的施工方法的另一个流程示意图;
图3是本申请实施例中施工设备的一种功能模块结构示意图;
图4是本申请实施例中施工设备的一种实体装置结构示意图。

具体实施方式

[0029] 本申请以下实施例中所使用的术语只是为了描述特定实施例的目的,而并非旨在作为对本申请的限制。如在本申请的说明书中所使用的那样,单数表达形式“一个”、“一种”、“上述”、“该”和“这一”旨在也包括复数表达形式,除非其上下文中明确地有相反指示。还应当理解,本申请中使用的术语“和/或”是指包含一个或多个所列出项目的任何或所有可能组合。

[0030] 以下,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为暗示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征,在本申请实施例的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0031] 为便于理解,下面介绍本申请实施例的应用场景。

[0032] A城市郊区正在建设一个名为江南花园的大型住宅小区项目,该项目总建筑面积

大约20万平方米,由10栋30层高的住宅楼组成。该项目为加快施工进度,采用了装配整体叠合结构体系(SPCS结构体系)进行建造。

[0033] 在施工中,项目方为每个高层住宅楼配备了2台塔吊进行模块吊装。然而在实际操作中,由于无法准确获取模块的实际定位误差,经常出现模块定位偏差超过允许公差的情况。例如在吊装第15层的某空腔外墙板时,因定位不准,导致该外墙板与之前已经吊装好的楼板之间出现了大于10mm的错位,不符合位置设计规范要求的允许最大错位8mm的要求,需要进行返工调整,不仅影响了单个模块的质量,也对整层楼的结构质量产生了负面影响,可能会导致上下模块位置发生连锁误差。如果仍然沿用原有的定位方式,会严重影响工程质量和施工进度。

[0034] 在相关技术中,可以通过采用简单的测量工具比如测量尺进行模块位置测量,来实现对模块位置的掌握。

[0035] 下面介绍使用相关技术中的SPCS结构的施工方法的场景。

[0036] 为解决定位偏差问题,施工方A公司采用了测量标尺和水准仪等简单设备进行模块定位。但由于这些设备精度有限,通常只能确保定位误差控制在15mm左右,无法满足位置规范的要求。

[0037] 一次吊装外墙板的操作中,工人根据水准仪测量结果进行定位,结果实际安装后的错位达到了20mm,超过了要求的8mm上限。由于定位不准,该外墙板需要被移除重新安装,不仅耽误了作业时间,也可能对其他已吊装模块的位置带来影响。

[0038] 而采用本申请实施例中的SPCS结构的施工方法,通过精确获取模块实际定位误差并进行闭环反馈调整,实现模块定位精准化控制,不仅可以控制定位误差在规定范围内,还可以找出定位偏差的原因,指导后续定位调整。

[0039] 下面介绍使用了本申请中SPCS结构的施工方法的场景。

[0040] 为解决定位偏差问题,项目方引入了一套基于BIM的SPCS空腔模块施工设备,该施工设备包含立体相机和激光雷达等组件。施工设备通过解析BIM模型确定每个空腔模块的设计位置,在吊装时实时采集空腔模块位置并与BIM模型比对定位误差,实现定位误差精确控制在5mm以内,满足了位置规范要求。在之前吊装外墙板的操作中,施工设备快速测定出其定位偏差达到20mm,工人根据施工设备的提示进行调整,最终完成定位误差控制在5mm以内,避免了返工。该施工设备有效解决了定位偏差问题,确保施工质量。

[0041] 可见,采用本申请实施例中的SPCS结构的施工方法,在实现空腔模块定位精准化的同时,还可以快速分析定位偏差原因,避免重复定位偏差发生,进而实现了持续改进定位质量和效率,从而大大提升了整体SPCS结构施工水平。

[0042] 为便于理解,下面结合上述场景,对本实施提供的方法进行流程叙述。请参阅图1,为本申请实施例中SPCS结构的施工方法的一个流程示意图。

[0043] S101、获取目标建筑的基于BIM建模的目标模型。

[0044] 施工设备会首先获取目标建筑的基于BIM建模的目标模型。具体的,施工设备会获取工程设计图纸,按照BIM技术对建筑进行三维建模,得到建筑的目标模型。该目标模型融合了设计建筑的三维参数信息,使后续施工更加准确。

[0045] S102、解析目标模型,提取得到包括墙体构件、楼板构件、梁柱构件的空腔模块,并生成包括多个空腔模块的搭建顺序和搭建时间的施工流程。

[0046] 施工设备会解析目标模型,提取出建筑中的墙体构件、楼板构件和梁柱构件,将其组装成多个空腔模块。施工设备会首先分析BIM模型,获得每个构件的几何尺寸、材质参数、位置坐标等信息。然后施工设备会计算每个构件对应的空腔模块的自重。接着,施工设备会考虑构件之间的位置关系、承重特点,以及吊装设备的载重能力,分析施工方案,进而确定空腔模块的吊装顺序。最后,结合工程计划进度和制作周期,施工设备确定每个空腔模块的吊装时间,形成完整的施工流程方案。

[0047] S103、控制相应吊装设备按照施工流程搬运空腔模块。

[0048] 施工设备会控制起重机等吊装设备,按照预定的施工流程搬运空腔模块。具体的,施工设备会首先根据每个空腔模块的尺寸和重量参数,选定合适的起重机。然后,施工设备规划起重机的作业位置和运动轨迹,确保按照时间顺序吊装每个空腔模块。同时,施工设备还会根据空腔模块的形状和重心分布,选择吊装索具的数量及锚固位置。最终施工设备可直接控制起重机按照计划路径和顺序搬运空腔模块。

[0049] S104、通过激光雷达实时采集空腔模块的实际搭建位置,并将实际搭建位置与目标模型进行比对,计算空腔模块的实际定位误差。

[0050] 施工设备会通过激光雷达实时采集空腔模块的实际搭建位置,并与BIM模型进行比对,计算定位误差。具体的,在空腔模块吊装过程中,施工设备连接的激光雷达会扫描空腔模块表面,获得空腔模块实际空间坐标。然后施工设备提取BIM模型中空腔模块的设计坐标,与扫描获得的实际坐标进行对比,判断空腔模块当前实际位置与设计位置的偏差。经过坐标变换计算,施工设备可以得到空腔模块在三个方向上的定位误差数值。这些误差数值反映了空腔模块实际吊装定位的精确程度。

[0051] S105、依据实际定位误差,控制吊装设备对空腔模块的位置进行调整。

[0052] 施工设备会根据空腔模块的实际定位误差,控制吊装设备进行空腔模块位置的调整。例如,如果计算结果显示某空腔模块在左右方向上偏移超过允许值,施工设备会控制起重机小幅移动,减小空腔模块的左右偏移。如果空腔模块在水平面内存在角度偏差,施工设备会相应调整起重机的吊钩角度。而若高度定位误差过大,施工设备会直接控制起重机提升或下降空腔模块。经过调整,直至空腔模块的定位误差均在允许范围内,则空腔模块吊装定位已经达到要求和精度。

[0053] S106、实时采集施工现场的包括施工时间、施工人员、施工状态的施工进度数据,并在屏幕上展示。

[0054] 施工设备会通过摄像头、RFID读取器等设备,实时采集施工现场的时间、人员、状态等信息,并在显示屏幕上展示,以反映当前施工进度。例如,施工设备会统计正在施工作业面的人数,通过已经完成装配的构件数量来显示各施工队伍的完成进度等。同时,施工设备还会读取RFID标签,确定关键材料和机械的使用状态。所有信息汇总后,以可视化的形式实时展示给管理人员,方便及时了解整体施工动态和进度,进行科学调度。

[0055] 上面实施例中,施工设备实现了基于BIM模型的目标建筑解析和施工流程生成、起重机精确控制进行空腔模块吊装、激光辅助进行安全防护等功能。在实际应用中,施工设备还需考虑复杂多变的施工现场情况和各种异常风险的应对。例如,如果遇到起重机临时故障无法正常工作的情况,施工设备需要快速重新规划作业顺序,指导其他备用吊装设备完成空腔模块的搬运工作,以保证施工进度不受影响;如果遇到空腔模块制作延期的情况,施

工设备也需要及时更新施工流程,重新安排后续空腔模块的吊装时间。

[0056] 下面对本实施例的场景进行补充。

[0057] 在使用该施工设备后,项目方进一步对施工设备进行升级改造,增加了快速分析定位偏差原因的功能。在定位误差超限时,施工设备可以智能分析可能的偏差原因,例如是起重机操作偏差还是部件尺寸出错等,并给出针对性改进措施。该功能避免了重复定位偏差的发生,使施工设备更智能化。如在另一次吊装中,施工设备快速判断出造成大偏差的原因是起重机吊装钩偏离预定位置,并提示机手进行调整。该智能诊断空腔模块的应用提升了施工设备的可靠性和智能化水平。

[0058] 在结合上述场景后,下面对本实施例提供的方法进行进一步的更具体的流程叙述。请参阅图2,为本申请实施例中SPCS结构的施工方法的另一个流程示意图。

[0059] S201、获取目标建筑的基于BIM建模的目标模型。

[0060] 参考步骤S101,施工设备会获取目标模型。

[0061] 在一些实施例中,施工设备会先通过对工程场地进行三维扫描,获取工程场地的点云数据;再基于点云数据生成工程场地的三维场地模型,同时根据建筑设计图纸,采用BIM技术对建筑进行三维建模,生成三维建筑模型;最终施工设备会融合三维场地模型和三维建筑模型,得到目标模型。

[0062] 具体的,施工设备会首先通过三维激光扫描设备对实际工程场地进行扫描,获得场地的高密度点云数据。这些点云反映了场地的各种实际情况,如地形、障碍物、临时设施等信息。为了处理庞大的点云数据,施工设备中的软件会对点云进行过滤、降采样,去除噪声点,得到关键部分的点云集合。

[0063] 然后,施工设备会利用点云生成算法,根据点云数据构建出三维的场地网格模型。该场地模型将实际场地环境准确的呈现在三维空间中。与此同时,施工设备会获取BIM设计软件生成的建筑三维模型的文件数据,并将其导入。该建筑模型包含了建筑的全部三维几何信息。

[0064] 为了综合考虑实际场地因素,施工设备会将两种模型进行图像配准,即三维场地模型和三维建筑模型进行空间注册,进行坐标系对齐。注册完成后,施工设备就获得了一个融合实际场地环境的三维建筑模型,即目标模型。该模型会作为后续制定施工方案的基础。

[0065] 例如,目标模型中显示某楼层存在临时钢支撑架,这会影响空腔模块的吊装方案。有了目标模型作为参考,施工设备可以提前考虑钢支撑架的影响,规划合理的吊装路径。又例如,目标模型反映了场地地形不平,施工设备可以据此选择合适车辆,确保运输可靠性。因此,利用场地扫描与BIM模型融合生成目标模型,对于提高后续施工的针对性和可靠性非常重要。

[0066] S202、解析目标模型,提取得到包括墙体构件、楼板构件、梁柱构件的空腔模块,并生成包括多个空腔模块的搭建顺序和搭建时间的施工流程。

[0067] 参考步骤S102,施工设备会生成施工流程。

[0068] 在一些实施例中,施工设备会通过解析BIM模型,提取得到空腔模块的几何尺寸、材质参数以及位置坐标;空腔模块包括墙体构件、楼板构件以及梁柱构件;接着施工设备会基于几何尺寸和材质参数,计算得到空腔模块的重量参数,并依据位置坐标和重量参数分析空腔模块之间的界面关系、受力特点以及吊装设备的载重能力,采用拓扑排序方法确定

空腔模块的搭建顺序;然后施工设备会结合工程进度计划、空腔模块制作周期,分析确定空腔模块的搭建时间;最终再基于搭建顺序和搭建时间,生成完整的施工流程方案。

[0069] 具体的,施工设备连接BIM模型数据库,对三维模型进行全面解析。解析空腔模块包含几何信息提取算法,可以精确识别模型中的所有构件,获取每个构件的长宽高等尺寸参数。同时,施工设备通过查询构件属性,可以获得构件的材料类型及相关参数,例如墙体材料的密度、抗压强度等。施工设备还会划分每个构件所在的空间坐标,以确定构件在三维建筑中的精确位置。

[0070] 最终,施工设备可以提取出所有与空腔模块相关的构件的详细几何和材质信息,以及精确的位置坐标。施工设备提取得到的与空腔模块相关的构件主要包括三大类,分别是墙体构件、楼板构件和梁柱构件。墙体构件是组成空腔墙体的各个预制板块;楼板构件包括楼板和楼梯等水平构件;梁柱构件则包括各种柱和梁等主要承重部件。这些构件通过连接装配可以组成完整的空腔模块。解析空腔模块可以自动识别这三类构件,为后续的空腔模块组装分析提供数据基础。

[0071] 在获取到构件的尺寸和材质参数后,施工设备会根据参数计算每个空腔构件的自重。即施工设备会结合材料的密度、构件的长宽高尺寸,按照体积乘以密度的公式计算出构件的重量。对于复杂形状的构件,施工设备还会自动进行三维细分,精确计算出各个子部件的重量,最终汇总为构件的总重量。每个空腔模块的总重量是组成该空腔模块的所有构件的重量之和。该重量参数将为后续的吊装设备选择和顺序规划提供数据支持。

[0072] 在获取空腔模块重量信息后,施工设备会基于空腔模块的坐标位置和重量,判断空腔模块之间的界面结合关系以及力学作用顺序。同时,结合起重机等吊装设备的载重曲线参数,确定设备的载重能力范围。在综合考虑上述因素的基础上,施工设备采用拓扑排序算法对空腔模块进行排序,计算出一种满足接口约束及设备能力的可行的构件搭建顺序,为确定最终的施工流程提供依据。

[0073] 在确定空腔模块搭建顺序后,施工设备还需要安排各空腔模块的施工时间节点。为此,施工设备会参考总体工程进度计划,分析各阶段的时间节点要求。同时,结合每个空腔模块的制作周期,计算出空腔模块何时可供吊装使用。在综合考虑上述时间因素后,施工设备可以为每个空腔模块安排合理的吊装时间,最终形成完整的四维施工流程方案。

[0074] 通过上述步骤,施工设备确定了空腔模块的搭建顺序及对应时间节点,基于这两方面数据,施工设备可以生成完整的施工流程数字化方案。该方案中包括每个空腔模块的编号、名称、作业时间及顺序关系等详细信息。这为后续的施工模拟与实施提供了科学可靠的指导依据,实现了对复杂施工过程的精细化控制,避免了传统经验施工存在的诸多不确定因素,提高了施工的准确性与可靠性。

[0075] S203、获取空腔模块的尺寸参数和重量参数,并基于尺寸参数和重量参数确定对应的吊装设备。

[0076] 施工设备会获取每个空腔模块的尺寸参数和重量参数,并根据这些参数选择合适的吊装设备。例如,对于较大或者较重的空腔模块,施工设备会选择起重能力较强的大型起重机;对于体积较小、重量较轻的空腔模块,可以选用小型起重机。另外,对于一些形状特殊的空腔模块,施工设备还会考虑专门设计的吊装装置。通过匹配空腔模块参数与吊装设备参数,施工设备可以科学选择具备相应起重能力与适用性的吊装设备。

[0077] S204、根据施工过程中空腔模块的吊装时间顺序,规划起重机的作业位置和运动轨迹。

[0078] 施工设备会按照施工过程中规定的空腔模块吊装顺序和时间,合理规划起重机的作业位置和运动轨迹。例如,对于同一时间段需要吊装的多个空腔模块,施工设备会优化起重机的作业顺序和位置,使其能够以最短行程和时间吊装完所有空腔模块。对于不同楼层的空腔模块吊装,施工设备还会考虑起重机的移动轨迹,是否需要增加临时作业平台等。通过科学规划路径,可以提高起重机的作业效率,缩短整体空腔模块吊装时间。

[0079] S205、结合空腔模块的形状参数和重心位置,确定对应的吊装方法;吊装方法包括吊装索具的数量和锚固位置。

[0080] 施工设备会根据空腔模块的形状和重心位置参数,确定合理的吊装方法,包括选择吊装索具的数量及锚固位置。例如,对于某些重心偏心的空腔模块,施工设备会增加吊装点,采用多点吊装的方法,以保证空腔模块吊装的稳定性。对于形状特殊的空腔模块,施工设备还会相应调整吊装索具的锚固位置,以达到重心对齐、平衡吊装的效果。选择合适的吊装方法,可以有效减小空腔模块吊装过程中的晃动,提高安全性。

[0081] S206、在吊装前对吊装设备进行调试,确认设备状态正常、吊装参数设置为预设参数值。

[0082] 在正式吊装空腔模块之前,施工设备会对吊装设备进行全面的调试与检测,以确保设备状态正常,各项参数设置符合要求。具体的,施工设备会先对起重机进行作业能力检测,检查其主要零部件是否有磨损、疲劳等情况,以保证起重机具有相应的起重能力。然后,施工设备会检测起重机的各项控制系统是否工作正常,以响应后续的精确定操作。最后,施工设备会检查起重机的吊装参数,例如升降速度、起升高度等参数是否设置合理,并会根据实际情况进行参数优化,以保证起重机吊装时的平稳性。

[0083] S207、控制起重机按照吊装时间、作业位置和运动轨迹搬运空腔模块。

[0084] 在确认吊装设备状态正常后,施工设备会直接控制起重机按照规划的吊装时间、作业位置和运动轨迹进行空腔模块的吊装工作。在吊装过程中,施工设备还会对起重机的工作进行监控,检查各项参数是否符合要求。一旦发现异常,施工设备会快速响应,中止吊装操作,以确保施工安全。

[0085] S208、实时监测空腔模块的吊装坐标和吊装高度。

[0086] 施工设备会在空腔模块吊装的整个过程中,实时监测空腔模块的空间坐标和海拔高度参数。例如,可以通过在起重机钩位设置追踪传感器,来采集空腔模块的实时位置数据。而高度数据可以通过起重机上的高度传感器采集。这些参数的监测可以帮助施工设备判断空腔模块吊装的平稳性,以及与设计位置的偏差情况。如果数据异常,施工设备可以快速作出反应,比如放慢起重机的运动速度等。

[0087] S209、基于吊装坐标和吊装高度,计算空腔模块的落点范围。

[0088] 施工设备会根据监测得到的空腔模块的吊装坐标和高度参数,计算出空腔模块的预计落点范围。首先,在正常工作条件下,施工设备会综合起重机位置、空腔模块尺寸等因素,计算出理论落点范围,该理论落点范围可用于指示空腔模块安装。

[0089] 在一些实施例中,施工设备会基于吊装坐标和吊装高度,计算空腔模块在正常工作情况下的落点范围;然后施工设备会将空腔模块的落点范围、形状参数和重心位置输入

到下落预演大模型中,得到空腔模块异常掉落的警戒范围;在警戒范围内出现工作人员时,施工设备会发出警示信息。

[0090] 具体的,施工设备会在监控到空腔模块的实时吊装坐标和海拔高度后,根据这些数据来计算正常情况下的预计落点范围。施工设备会综合考虑起重机的位置坐标、空腔模块的几何尺寸参数,通过精确的物理计算,可以得到在起重机正常工作时,考虑到升降角度和臂长限制等因素后,空腔模块的理论落下范围。这为正常情况下的施工安全范围提供了参考依据。另外,为防范起重机故障等异常情况,施工设备还会把空腔模块的各项参数输入到一个下落预演模型中。该下落预演大模型可以建立空腔模块的三维模型,进行重力下落的虚拟仿真,模拟各种异常情况下的落点分布规律。经过下落预演大模型的仿真计算后,施工设备可以确定在考虑故障的前提下,空腔模块掉落的最大警戒范围。

[0091] 下落预演大模型是施工设备用于模拟预测空腔模块在异常情况下的下落轨迹和落点分布的一个虚拟仿真系统。下落预演大模型需要通过大量的仿真试验进行训练,以建立足够准确的下落规律预测。具体训练过程如下:收集大量实际吊装操作过程中的空腔模块参数数据作为训练集,包括空腔模块的三维模型、尺寸、重量、材质等;在虚拟环境中,使用这些训练集数据建立空腔模块的三维模型,设置不同的起始吊装高度和姿态,进行模拟下落;通过高速摄像头采集空腔模块下落过程中的关键帧图像,获取空腔模块下落轨迹和最后着落点实际分布数据;将仿真结果与实际下落结果进行对比,计算误差,并通过调节模型中的参数、算法,逐步减小误差,提高仿真准确性;当模拟下落结果与实际下落结果达到一定精度要求时,即完成一次训练迭代;重复进行训练,取得更加精确的下落规律建模。最后,将训练得到的下落预演大模型部署到施工设备中,用于实际吊装过程中的下落预测,以指导设备操作和防范安全事故。通过收集大量实际数据、建立精确模型、迭代训练等步骤,可以持续优化下落预演大模型的仿真预测能力,使其模拟结果更加接近实际情况,从而提高模型的预警效果。

[0092] 获得这个范围可以让施工人员避开这一高危区域。最后,施工设备会使用线型激光来对计算得到的警戒范围进行清晰标注。这可以让作业人员直观地看到激光勾勒出的危险区域边界,避免进入高危区域。一旦检测到有人员接近或进入警戒范围,施工设备会通过声光报警器向该人员发出警告。采用激光标注警戒范围,可以强化作业安全,避免发生意外事故。

[0093] S210、使用线型激光对落点范围进行指示。

[0094] 在空腔模块被起重机吊装起来后,施工设备会通过自身连接的激光发射装置对计算得到的空腔模块的落点范围实现清晰的空间标注。具体来说,施工设备会控制安装在起重机主体上的线型激光发射器,使其向空腔模块的预计落点区域方向发出激光光线。这种线型激光能够形成一条清晰可见的光线投影到实际空间中。施工设备会控制这条激光线进行扫描运动,最终照射出空腔模块完整的落点范围轮廓。现场的作业人员可以直接用眼睛观察到这条红色的激光轮廓线投影在地面或者建筑构件上的样子,从而清楚地了解空腔模块的落点范围的空间分布情况。通过这种直观的激光范围指示手段,施工设备可以强化作业场地的安全性,避免出现危险的人员伤害事故。总之,施工设备采用线型激光视觉指示空腔模块的落点范围,实现了对作业区域安全隐患的清晰可见,清晰指示工作范围,提高工作效率的同时,让作业人员主动规避进入高危区域,增强了吊装作业的安全保障。

[0095] S211、通过激光雷达实时采集空腔模块的实际搭建位置,并将实际搭建位置与目标模型进行比对,计算空腔模块的实际定位误差。

[0096] 参考步骤S104,施工设备会计算空腔模块的实际定位误差。

[0097] S212、依据实际定位误差,控制吊装设备对空腔模块的位置进行调整。

[0098] 参考步骤S105,施工设备会控制吊装设备调整空腔模块的位置。

[0099] S213、实时采集施工现场的包括施工时间、施工人员、施工状态的施工进度数据,并在屏幕上展示。

[0100] 参考步骤S106,施工设备会在屏幕上展示施工进度数据。

[0101] 在一些实施例中,施工设备会对施工进度数据进行关联分析,确定当前的施工阶段进度是否在预设进度范围内;若当前的施工阶段进度在预设进度范围内,则施工设备会保存施工进度数据;若当前的施工阶段进度不在预设进度范围内,则施工设备会发出提示信息;提示信息用于提示用户及时确定造成进度异常的具体原因;施工设备还会收集当前施工进度的关联信息数据;关联信息数据包括当天的气象信息、人员出勤信息、材料供应信息、主要机械设备运行状态;然后施工设备会将关联信息数据与历史数据进行对比分析,确定造成进度异常的预测原因,并显示给用户;最终在用户选择确定对应的预测原因之后,施工设备会显示对应的改进措施和施工调整方案。

[0102] 具体的,施工设备会实时收集各类施工进度数据,如施工人数、完成率等,并关联分析这些数据,判断当前施工进度是否在预设的范围内。如果进度正常,则保存数据记录即可。如果检测到进度异常,即完成率低于预期,则施工设备会第一时间发出提示,通知用户需要确认造成异常的确切原因,即通过及时发出提示,可以让项目经理提前介入,避免进一步扩大延误。

[0103] 接下来,施工设备可自主找出进度异常的原因,施工设备会自动收集与当天施工相关的多种信息,例如气象参数、人员出勤情况、主要机械运行状态等数据。然后,与历史正常情况下的数据进行对比,如果发现异常,例如设备故障率上升,则作为可能的原因。在综合分析所有因素后,施工设备可以给出造成进度异常的最可能预测原因,提交给项目经理参考。

[0104] 最后,在项目经理确认对应原因后,施工设备可以据此提出相应的整改措施或后续工序的调整方案。例如,如果确定天气原因影响混凝土浇注,可以调整材料配置以适应湿度变化。项目经理选择采纳对应的调整方案后,施工设备可以把这些内容快速传达给实施人员,指导后续工作的细致开展。

[0105] 本申请实施例中,由于采用了基于BIM的目标建筑模型解析与施工流程生成、吊装定位闭环控制、线型激光视觉辅助等技术手段,所以实现了对SPCS结构施工过程的精确控制与优化,有效解决了模块定位偏差大、施工进度管控缺失等问题,进而显著提高了SPCS结构的施工质量与效率。基于智能化算法解析BIM模型指导施工流程的制定,大幅提升了复杂施工项目的过程规划与管控能力;闭环式定位误差检测与反馈校正,实现了模块定位的精准化控制,解决了质量问题;应用线型激光预警技术,强化了吊装施工的安全性;施工信息化监控与分析,实现了对现场施工的全面管理,确保了进度与质量目标的实现。

[0106] 下面从模块的角度介绍本申请实施例中的施工设备。请参阅图3,为本申请实施例中施工设备的一种功能模块结构示意图。

[0107] 该施工设备包括：

获取模块301,用于获取目标建筑的基于BIM建模的目标模型；

解析模块302,用于解析目标模型,提取得到包括墙体构件、楼板构件、梁柱构件的空腔模块,并生成包括多个空腔模块的搭建顺序和搭建时间的施工流程;搭建顺序按照空腔模块的接驳关系、力学作用顺序进行确定;

控制模块303,用于控制相应吊装设备按照施工流程搬运空腔模块;

检测模块304,用于通过激光雷达实时采集空腔模块的实际搭建位置,并将实际搭建位置与目标模型进行比对,计算空腔模块的实际定位误差;

校正模块305,用于依据实际定位误差,控制吊装设备对空腔模块的位置进行调整;

显示模块306,用于实时采集施工现场的包括施工时间、施工人员、施工状态的施工进度数据,并在屏幕上展示。

[0108] 在一些实施例中,该解析模块302具体包括:

数据提取单元,用于通过解析BIM模型,提取得到空腔模块的几何尺寸、材质参数以及位置坐标;空腔模块包括墙体构件、楼板构件以及梁柱构件;

重量计算单元,用于基于几何尺寸和材质参数,计算得到空腔模块的重量参数;

顺序构建单元,用于依据位置坐标和重量参数分析空腔模块之间的界面关系、受力特点以及吊装设备的载重能力,采用拓扑排序方法确定空腔模块的搭建顺序;

时间构建单元,用于结合工程进度计划、模块制作周期,分析确定空腔模块的搭建时间;

流程生成单元,用于基于搭建顺序和搭建时间,生成完整的施工流程。

[0109] 在一些实施例中,该控制模块303具体包括:

吊装匹配单元,用于获取空腔模块的尺寸参数和重量参数,并基于尺寸参数和重量参数确定对应的吊装设备;

作业规划单元,用于根据施工过程中空腔模块的吊装时间顺序,规划起重机的作业位置和运动轨迹;

吊装确定单元,用于结合空腔模块的形状参数和重心位置,确定对应的吊装方法;吊装方法包括吊装索具的数量和锚固位置;

参数检验单元,用于在吊装前对吊装设备进行调试,确认设备状态正常、吊装参数设置为预设参数值;

吊装实施单元,用于控制起重机按照吊装时间、作业位置和运动轨迹搬运空腔模块。

[0110] 在一些实施例中,该控制模块303还包括:

吊装监控单元,用于实时监测空腔模块的吊装坐标和吊装高度;

落点预测单元,用于基于吊装坐标和吊装高度,计算空腔模块的落点范围;

落点指示单元,用于使用线型激光对落点范围进行指示。

[0111] 在一些实施例中,该落点预测单元具体包括:

正常预测子单元,用于基于吊装坐标和吊装高度,计算空腔模块在正常工作情况下的落点范围;

异常预测子单元,用于将空腔模块的落点范围、形状参数和重心位置输入到下落预演大模型中,得到空腔模块异常掉落的警戒范围;

范围警示子单元,用于在警戒范围内出现工作人员时,发出警示信息。

[0112] 在一些实施例中,该施工设备还包括:

场地获取模块,用于通过对工程场地进行三维扫描,获取工程场地的点云数据;

场地搭建模块,用于基于点云数据生成工程场地的三维场地模型;

建筑搭建模块,用于根据建筑设计图纸,采用BIM技术对建筑进行三维建模,生成三维建筑模型;

模型融合模块,用于融合三维场地模型和三维建筑模型,得到目标模型。

[0113] 在一些实施例中,该施工设备还包括:

施工确认模块,用于对施工进度数据进行关联分析,确定当前的施工阶段进度是否在预设进度范围内;

数据保存模块,用于在当前的施工阶段进度在预设进度范围内时,保存施工进度数据;

异常提示模块,用于在当前的施工阶段进度不在预设进度范围内时,发出提示信息;提示信息用于提示用户及时确定造成进度异常的具体原因;

关联确认模块,用于收集当前施工进度的关联信息数据;关联信息数据包括当天的气象信息、人员出勤信息、材料供应信息、主要机械设备运行状态;

原因预测模块,用于将关联信息数据与历史数据进行对比分析,确定造成进度异常的预测原因,并显示给用户;

方案显示模块,用于在用户选择确定对应的预测原因之后,显示对应的改进措施和施工调整方案。

[0114] 上面从模块化功能实体的角度对本申请实施例中的施工设备进行描述,下面从硬件处理的角度对本发明申请实施例中的施工设备进行描述,请参阅图4,为本申请实施例中施工设备的一种实体装置结构示意图。

[0115] 需要说明的是,图4示出的施工设备的结构仅是一个示例,不应对本发明实施例的功能和使用范围带来任何限制。

[0116] 如图4所示,施工设备包括中央处理单元(Central Processing Unit,CPU)401,其可以根据存储在只读存储器(Read-Only Memory,ROM)402中的程序或者从存储部分408加载到随机访问存储器(Random Access Memory,RAM)403中的程序而执行各种适当的动作和处理,例如执行上述实施例中所述的方法。在RAM 403中,还存储有系统操作所需的各种程序和数据。CPU 401、ROM 402以及RAM 403通过总线404彼此相连。输入/输出(Input / Output,I/O)接口405也连接至总线404。

[0117] 以下部件连接至I/O接口405:包括摄像头、音频输入装置、按钮开关、RFID读取器等的输入部分406;包括液晶显示器(Liquid Crystal Display,LCD)以及音频输出装置、指示灯等的输出部分407;包括硬盘等的存储部分408;以及包括诸如LAN(Local Area Network,局域网)卡、调制解调器等的网络接口卡的通信部分409。通信部分409经由诸如因特网的网络执行通信处理。驱动器410也根据需要连接至I/O接口405。可拆卸介质411,诸如磁盘、光盘、磁光盘、半导体存储器等等,根据需要安装在驱动器410上,以便于从其上读出

的计算机程序根据需要被安装入存储部分408。

[0118] 特别地,根据本发明的实施例,上文参考流程图描述的过程可以被实现为计算机软件程序。例如,本发明的实施例包括一种计算机程序产品,其包括承载在计算机可读介质上的计算机程序,该计算机程序包含用于执行流程图所示的方法的计算机程序。在这样的实施例中,该计算机程序可以通过通信部分409从网络上被下载和安装,和/或从可拆卸介质411被安装。在该计算机程序被中央处理单元(CPU)401执行时,执行本发明中限定的各种功能。

[0119] 需要说明的是,计算机可读存储介质的具体的例子可以包括但不限于:具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机访问存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(Erasable Programmable Read Only Memory, EPROM)、闪存、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器(Compact Disc Read-Only Memory, CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本发明中,计算机可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质,该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。

[0120] 附图中的流程图和框图,图示了按照本发明各种实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。其中,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段、或代码的一部分,上述模块、程序段、或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意,在有些作为替换的实现中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。

[0121] 具体的,本实施例的施工设备包括处理器和存储器,存储器上存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时,实现上述实施例提供的SPCS结构的施工方法。

[0122] 作为另一方面,本发明还提供了一种计算机可读的存储介质,该存储介质可以是上述实施例中描述的施工设备中所包含的;也可以是单独存在,而未装配入该施工设备中。上述存储介质承载有一个或者多个计算机程序,当上述一个或者多个计算机程序被一个该施工设备的处理器执行时,使得该施工设备实现上述实施例中提供的SPCS结构的施工方法。

[0123] 以上所述,以上实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围。

[0124] 上述实施例中所用,根据上下文,术语“当...时”可以被解释为意思是“如果...”或“在...后”或“响应于确定...”或“响应于检测到...”。类似地,根据上下文,短语“在确定...时”或“如果检测到(所陈述的条件或事件)”可以被解释为意思是“如果确定...”或“响应于确定...”或“在检测到(所陈述的条件或事件)时”或“响应于检测到(所陈述的条件或事件)”。

[0125] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,该流程可以由计算机程序来指令相关的硬件完成,该程序可存储于计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,可包括如上述各方法实施例的流程。而前述的存储介质包括:ROM或随机存储记忆体RAM、磁碟或者光盘等各种可存储程序代码的介质。

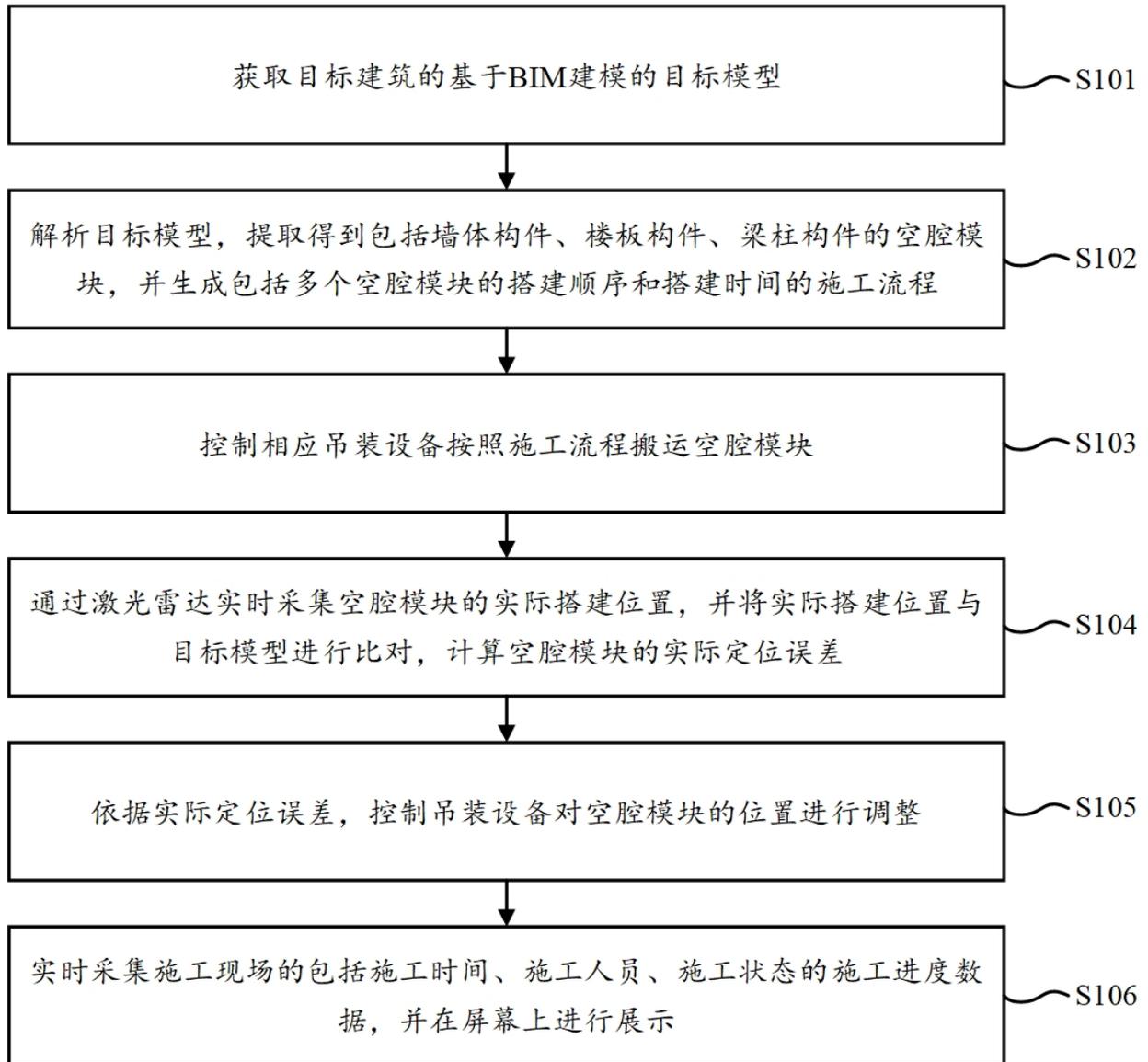


图 1

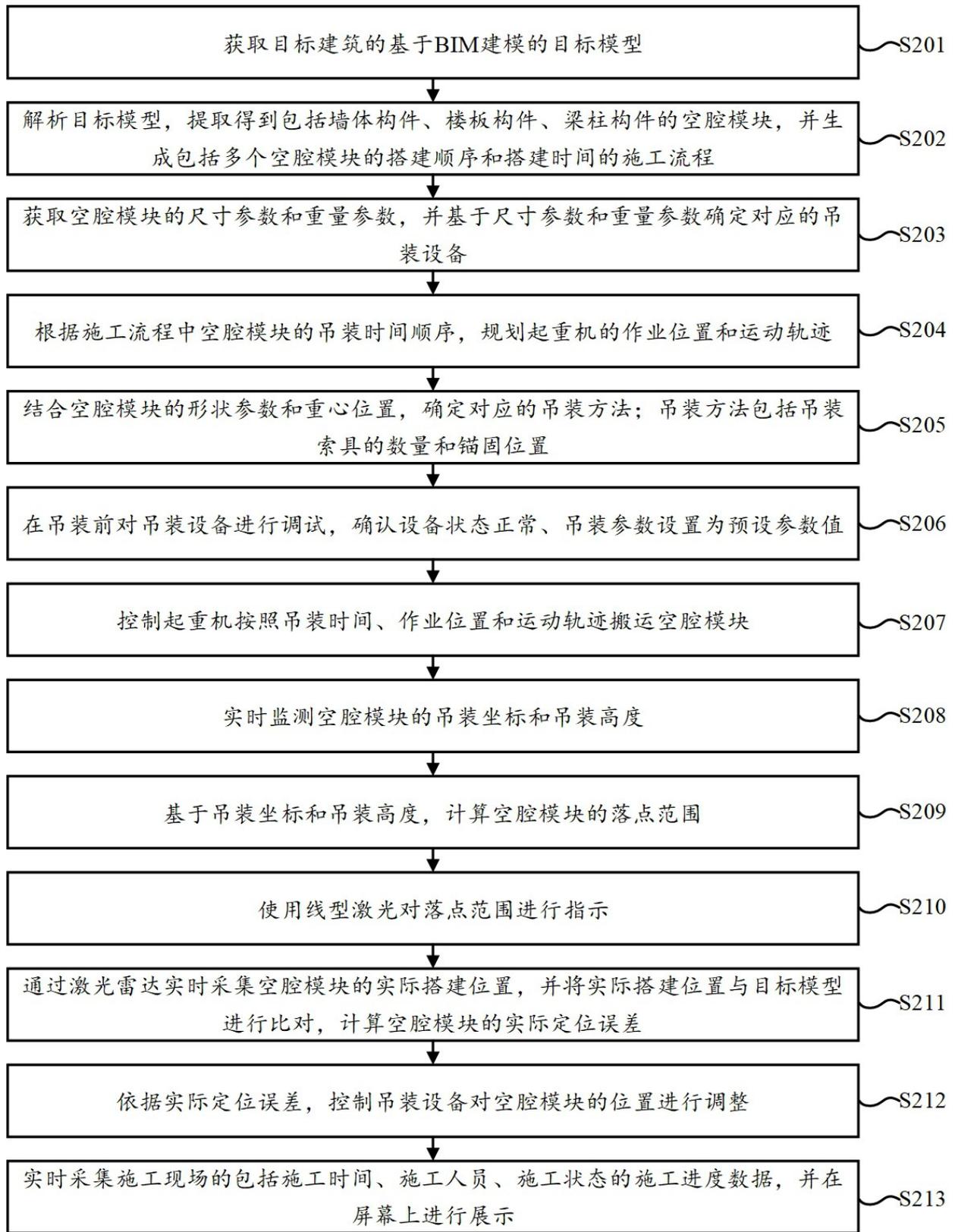


图 2



图 3

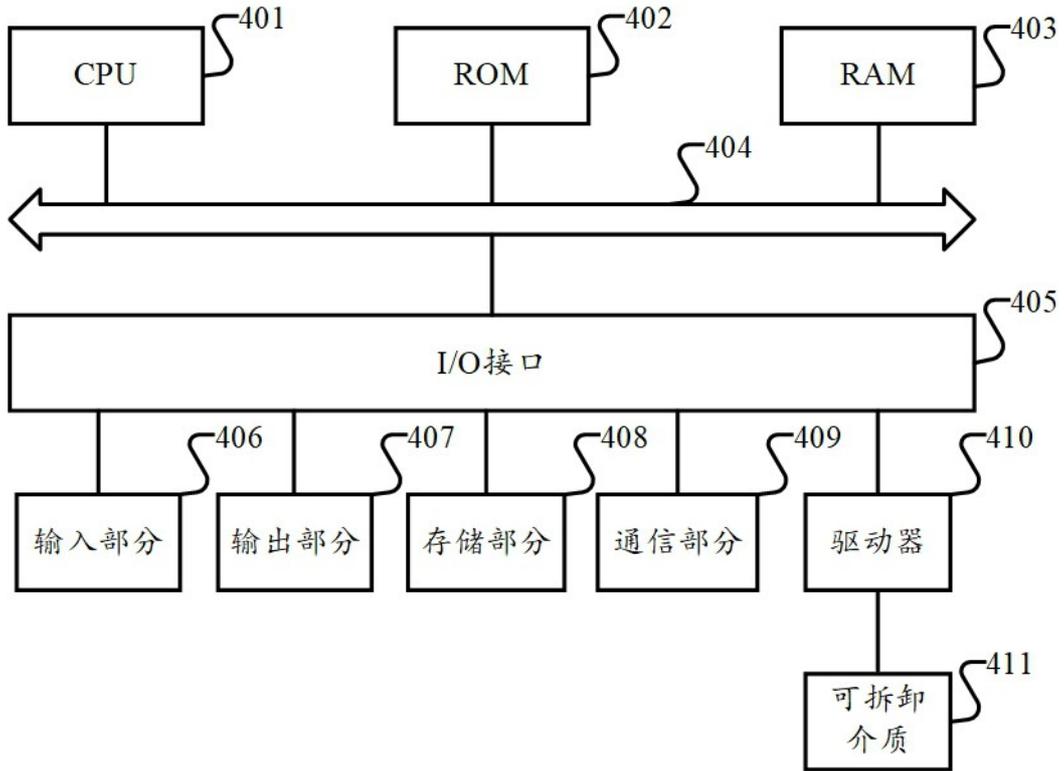


图 4