



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107220786 B

(45) 授权公告日 2021.01.05

(21) 申请号 201710620154.4

(22) 申请日 2017.07.26

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107220786 A

(43) 申请公布日 2017.09.29

(73) 专利权人 西交利物浦大学
地址 215123 江苏省苏州市工业园区独墅
湖科教创新区仁爱路111号

(72) 发明人 张澄 岳勇

(74) 专利代理机构 南京钟山专利代理有限公司
32252

代理人 戴朝荣

(51) Int. Cl.

G06Q 10/06 (2012.01)

G06Q 50/08 (2012.01)

(56) 对比文件

Shayan Setayeshgar. "Improving Safety on construction sites using BIM-Based dynamic virtual fences and ultra-wideband technology".《Concordia University硕士学位论文》.2014,

审查员 欧鑫磊

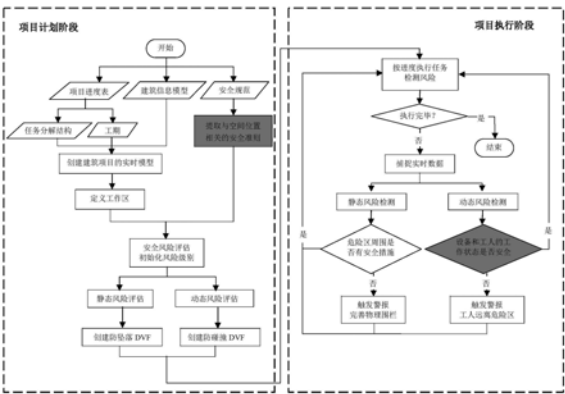
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法

(57) 摘要

本发明公开了一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,步骤一:创建建筑项目的实时模型,识别、评估实时模型中的危险工作区域并创建DVF;步骤二:获取建筑工地现场的实时数据,根据该实时数据及DVF检测建筑工地安全风险,生成警告并完善安全防范措施。本发明可以实时地可视化动态项目的构建过程,识别并评估未知风险,加强安全防范措施,提高建筑工地的安全性。随项目进度构建BIM半成品模型,可以阶段性识别风险,准确性更高。本发明实现了建筑工地的实时安全风险识别、评估和防范,实时监控工人的工作状态,一旦临近危险区,立即发出警报,提高工人的防范意识,形成一个实时有效的建筑施工安全管理系统。



1. 一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一:创建建筑项目的实时模型,识别并评估实时模型中的危险工作区域并创建DVF;

步骤二:获取建筑工地现场的实时数据,根据该实时数据及DVF检测建筑工地安全风险,生成警告并完善安全防范措施;

所述步骤一包括:

步骤1a:根据项目进度表,形成特定的任务序列;

步骤1b:构建该建筑项目的实时模型;

步骤1c:在实时模型中为每个任务定义工作区;

步骤1d:初始化工作区的风险级别;

步骤1e:在实时模型中对每个工作区进行安全风险评估,识别实时模型中的危险工作区域并创建DVF,加强安全防范措施;其中,所述对每个工作区进行安全风险评估以与工作区任务进度相反的方向进行;

步骤1e包括:安全风险评估包括静态安全风险评估和动态安全风险评估;安全防范措施DVF包括防坠落DVF和防碰撞DVF;

静态风险评估:评估静态施工场地,识别坠落风险区,并创建防坠落DVF;

动态风险评估:评估动态工作区,识别危险设备工作区,在周围创建防碰撞DVF;

创建防坠落DVF包括:

外墙:获取外墙的中心线和方向,创建与外墙并列的防坠落DVF;

洞口处:如果该洞口是规则矩形,则通过获取洞口处左下角和右上角的坐标位置计算所要生成的防坠落DVF的位置和大小;如果该洞口是不规则形状,则在空间的关键角放置一些小的通用模型来表示这个位置,通过获取通用模型的位置信息计算DVF的位置和大小;

楼板边缘:当检测到一个楼板s的边缘E,检查边缘E处是否有安全围栏,或者,在等于或低于楼板s高度的地方是否有另一楼板s';如果检测到楼板s',计算楼板s和楼板s'之间的垂直距离d;若d大于安全规范的规定值,或在边缘E的另一边没有检测到楼板,则判断边缘E是危险区,在E周围生成防坠落DVF。

2. 根据权利要求1所述的一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,步骤1a包括:按照项目进度表,利用WBS和任务工期对建筑项目进行任务分解,创建项目的任务和子任务的层次结构;根据子任务的开始日期、结束日期和工期,形成特定的任务序列。

3. 根据权利要求1所述的一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,步骤1b包括:构建该建筑项目的BIM模型,基于BIM模型和项目进度表,构建该建筑项目的实时模型,称为BIM实时模型。

4. 根据权利要求1所述的一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,步骤1c包括:根据WBS和项目进度表,在BIM实时模型中为每个任务生成工作区;在一个特定工期内,一个子任务的执行空间预留为工作区。

5. 根据权利要求1所述的一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,步骤1d包括:从建筑安全规范中获取与建筑空间位置相关的安全准则,初始化工作区的风险级别。

6. 根据权利要求1所述的一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,所述步骤二包括:

步骤2a:采用实时定位系统,利用定位电子标签获取建筑工地现场的实时数据;

步骤2b:根据该实时数据及DVF分别检测建筑工地的静态风险和动态风险,生成警告并完善安全防范措施;

静态风险检测:根据BIM实时模型中坠落风险区周围生成的DVF,利用RFID检测建筑工地相对应的外墙、洞口处、楼板边缘等危险区域是否安装了安全防范措施;

动态风险检测:利用UWB技术检测工人和设备等动态目标的实时风险。

7. 根据权利要求6所述的一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,步骤2b包括:

静态风险检测方法为:计算收集到的标签数量 m ,根据预设的两个标签的间隔距离 n ,计算该区域内物理围栏的长度 L ,即: $L = (mT) * n$,将 L 与BIM模型中生成的DVF长度 L ,进行匹配,检测该区域是否安全;若 $L =$ 或误差在设定误差范围内,说明安全措施安装得当,此区域安全,则按项目进度执行下一任务;若误差较大,说明此区域有风险,则触发警报,完善物理围栏等安全措施之后再执行下一任务;

动态检测方法为:按照项目进度表,每个工作区都有固定工期,在BIM实时模型中可以为设备分配工作区,在工作区周围生成防碰撞DVF,在该工期内工作区和相应的DVF是固定的;

在BIM实时模型中为工人创建一个圆柱体安全区;收集工人的标签位置信息,BIM模型中工人的安全区随工人实时移动;在捕捉实时数据过程中,实时计算工人安全区和设备工作区外围的防碰撞DVF之间的距离 S ,当 S 小于或等于预设的安全距离时,则触发警报,提醒工人远离危险区;收集设备上的标签位置信息,若BIM实时模型中录入的设备标签与防碰撞DVF之间的距离小于或等于预设安全距离,表示该设备将要移出工作区,则向设备操作者发送提醒,更改路线保证在工作区内执行任务;如果在该子任务工作期间,并未检测到工人靠近危险区或设备靠近DVF,则按项目进度执行下一任务;如果发现工人靠近危险区,则触发警报,提醒工人远离危险区,直至该子任务执行完毕,再执行下一任务;按项目进度表执行任务,直至整个项目执行完毕。

一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,具体涉及一种基于BIM (Building Information Modeling,建筑信息模型)和RTLS (Real Time Location Systems,实时定位系统)的建筑工地安全风险识别、评估和防范方法。本发明属于虚拟现实领域、实时定位技术和工程风险识别和评估领域。

背景技术

[0002] 建筑工地的事故隐患识别是建筑业的一个重要问题,大量的近距离工作任务、不可预知及不受控的活动,都增加了建筑工地的事故发生率。与其他行业相比,建筑业的故事率最高,尤其是坠落、碰撞和机械事故,因此需要在电梯井口、楼板洞口、挖掘区、壕沟和机械工作区等危险区域周围设置围栏、屏障和护栏等安全措施,降低事故率。

[0003] 针对建筑工地安全性的提高,有研究提出一个计算安全风险等级的公式,可以计算已知危险环境中工人受伤的可能性。然而这种方法的准确性取决于风险预测的准确性,只是通过模拟检测项目执行期间可能出现的冲突和安全问题,结果不够可靠,不能检测未知风险。另有研究者开发了一个基于BIM技术的动态虚拟现实系统,在坠落危险区的洞口边缘手动创建虚拟安全围栏,但是该虚拟围栏只是用于可视化目的,并没有使用这些虚拟围栏进行实时安全管理。

[0004] 现有的研究集中于跟踪工人的工作状态,接近静态、已知的危险区域时发出警报。但是施工现场的许多危险是未知、动态的,这就增加了工人和工作区状态的不确定性,而现有的研究并没有基于这一点提出改进方法。

发明内容

[0005] 为解决现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,以解决现有技术不能实时检测动建筑工地态、未知工作区的工作状态,识别安全隐患的技术问题。

[0006] 为了实现上述目标,本发明采用如下的技术方案:

[0007] 一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,包括如下步骤:

[0008] 步骤一:创建建筑项目的实时模型,识别并评估实时模型中的危险工作区域并创建DVF (Dynamic Virtual Fence,动态虚拟围栏);

[0009] 步骤二:获取建筑工地现场的实时数据,根据该实时数据及DVF检测建筑工地安全风险,生成警告并完善安全防范措施。

[0010] 前述的一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,

[0011] 所述步骤一包括:

[0012] 步骤1a:根据项目进度表,形成特定的任务序列;

[0013] 步骤1b:构建该建筑项目的实时模型;

[0014] 步骤1c:在实时模型中为每个任务定义工作区;

[0015] 步骤1d:初始化工作区的风险级别;

[0016] 步骤1e:在实时模型中对每个工作区进行安全风险评估,识别实时模型中的危险工作区域并创建DVF,加强安全防范措施。

[0017] 前述的一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,步骤1a包括:按照项目进度表,利用WBS(Work Breakdown Structure,任务分解结构)和任务工期对建筑项目进行任务分解,创建项目的任务和子任务的层次结构;根据子任务的开始日期、结束日期和工期,形成特定的任务序列;

[0018] 前述的一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,步骤1b包括:构建该建筑项目的BIM模型,基于BIM模型和项目进度表,构建该建筑项目的实时模型,称为BIM实时模型。

[0019] 前述的一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,步骤1c包括:根据WBS和项目进度表,在BIM实时模型中为每个任务生成工作区;在一个特定工期内,一个子任务的执行空间预留为工作区。

[0020] 前述的一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,步骤1d包括:从建筑安全规范中获取与建筑空间位置相关的安全准则,初始化工作区的风险级别。

[0021] 前述的一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,步骤1e包括:

[0022] 安全风险评估包括静态安全风险评估和动态安全风险评估;安全防范措施DVF包括防坠落DVF和防碰撞DVF;

[0023] 静态风险评估:评估静态施工场地,识别坠落风险区,并创建防坠落DVF;

[0024] 动态风险评估:评估动态工作区,识别危险设备工作区,在周围创建防碰撞DVF。

[0025] 前述一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,创建防坠落DVF包括:

[0026] 外墙:获取外墙的中心线和方向,创建与外墙并列的防坠落DVF;

[0027] 洞口处:如果该洞口是规则矩形,则通过获取洞口处左下角和右上角的坐标位置计算所要生成的防坠落DVF的位置和大小;如果该洞口是不规则形状,则在空间的关键角放置一些小的通用模型来表示这个位置,通过获取通用模型的位置信息计算DVF的位置和大小;

[0028] 楼板边缘:当检测到一个楼板s的边缘E,检查边缘E处是否有安全围栏,或者,在等于或低于楼板s高度的地方是否有另一楼板s';如果检测到楼板s',计算楼板s和楼板s'之间的垂直距离d;若d大于安全规范的规定值,或在边缘E的另一边没有检测到楼板,则判断边缘E是危险区,在E周围生成防坠落DVF。

[0029] 前述一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,防碰撞DVF主要基于工作区的定义方法,在工作区四周生成防碰撞DVF,时间与相应任务的工期保持一致;

[0030] 前述的一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法,其特征在于,

[0031] 所述步骤二包括:

[0032] 步骤2a:采用RTLS,利用定位电子标签获取建筑工地现场的实时数据;

[0033] 步骤2b:根据该实时数据及DVF分别检测建筑工地的静态风险和动态风险,生成警告并完善安全防范措施;

[0034] 静态风险检测:根据BIM实时模型中坠落风险区周围生成的DVF,利用RFID(Radio

Frequency Identification, 射频识别技术) 检测建筑工地相对应的外墙、洞口处、楼板边缘等危险区域是否安装了安全防范措施;

[0035] 动态风险检测: 利用UWB (Ultra-Wideband, 超宽带无线定位技术) 检测工人和设备等动态目标的实时风险。

[0036] 前述一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法, 其特征在于, 步骤2b包括:

[0037] 静态风险检测方法为: 计算收集到的标签数量 m , 根据预设的两个标签的间隔距离 n , 计算该区域内物理围栏的长度 L , 即: $L = (m-1) * n$, 将 L 与BIM中生成的DVF长度 L' 进行匹配, 检测该区域是否安全; 若 $L=L'$ 或误差在设定误差范围内, 说明安全措施安装得当, 此区域安全, 则按项目进度执行下一任务; 若误差较大, 说明此区域有风险, 则触发警报, 完善物理围栏等安全措施之后再执行下一任务;

[0038] 动态检测方法为: 按照项目进度表, 每个工作区都有固定工期, 在BIM实时模型中可以为设备分配工作区, 在工作区周围生成防碰撞DVF, 在该工期内工作区和相应的DVF是固定的;

[0039] 在BIM实时模型中为工人创建一个圆柱体安全区; 收集工人的标签位置信息, BIM模型中工人的安全区随工人实时移动; 在捕捉实时数据过程中, 实时计算工人安全区和设备工作区外围的防碰撞DVF之间的距离 S , 当 S 小于或等于预设的安全距离时, 则触发警报, 提醒工人远离危险区; 收集设备上的标签位置信息, 若BIM实时模型中录入的设备标签与防碰撞DVF之间的距离小于或等于预设安全距离, 表示该设备将要移出工作区, 则向设备操作者发送提醒, 更改路线保证在工作区内执行任务; 如果在该子任务工作期间, 并未检测到工人靠近危险区, 则按项目进度执行下一任务; 如果发现工人靠近危险区, 则触发警报, 提醒工人远离危险区, 直至该子任务执行完毕, 再执行下一任务; 按项目进度表执行任务, 直至整个项目执行完毕。

[0040] 本发明的有益之处在于: 本发明可以实时地可视化动态项目的构建过程, 识别并评估未知风险。根据项目进度表, 所构建的BIM半成品建筑模型, 可以真实地还原构建场景, 阶段性识别风险, 准确性更高。不同类别的DVF可以实时地检测不同类型的安全风险, 结果更可靠。使用RTLS检测危险区域的安全防范措施以及工人和设备的运动, 必要时触发警告, 提高建筑工地的安全性。本发明实现了建筑工地的实时安全风险识别、评估及防范, 实时监控工人的工作状态, 一旦临近危险区, 立即发出警报, 提高工人的防范意识, 避免发生意外, 形成一个实时有效的建筑施工安全管理系统。

附图说明

[0041] 图1是本发明一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法的一个优选实施的方法流程图;

[0042] 图2是本发明一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法中WBS概念图;

[0043] 图3是本发明一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法中工作区定义过程图;

[0044] 图4是本发明一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法中施工数据传输图;

[0045] 图5本发明一种建筑工地安全风险识别、评估和防范方法中向工人发送警告的示意图。

具体实施方式

[0046] 以下结合附图和具体实施例对本发明作具体的介绍。

[0047] 参照图1所示,本发明所提出的方法分为计划和执行两部分,计划部分负责分析输入数据,创建建筑项目的实时模型,识别并评估模型中的危险工作区域并创建DVF;执行部分负责处理实时数据,检测风险,生成警告并完善安全防范措施。

[0048] 一、项目计划阶段

[0049] 1. 分解任务:按照项目进度表,利用WBS和任务工期对建筑项目进行任务分解,创建项目的任务和子任务的层次结构;根据子任务的开始日期、结束日期和工期,形成特定的任务序列,如图2所示。

[0050] 2. 构建模型:基于BIM模型和项目进度表,构建该建筑项目的实时模型,此时该实时模型称为BIM实时模型;时间信息可以被添加到BIM的3D模型中生成包含时间计划表的4D实时模型;在施工过程中,随着建筑项目的进度构建建筑模型的半成品。根据项目进度,实时模拟建筑工地的真实构建进度,在BIM实时模型中更新半成品。构建BIM实时模型是指在施工过程中,随着建筑项目的进度构建建筑模型的半成品,实时模拟建筑工地的真实构建进度,BIM模型随建筑进度更新。

[0051] 3. 定义工作区:在计划阶段,使用WBS、进度表和BIM实时模型的数据定义动态工作区,在一个BIM实时模型中,空间将会被分为两个主要组:一个是施工期间的工作区,另一个是建筑的功能区。分配给每个工作区一个或多个任务和功能,工作区的分配是以工作人员、设备和材料为基础的,每个工作区都有一定的工期。定义过程如图3所示。定义方法如下:

[0052] (1) 首先根据WBS进行任务分解,在BIM实时模型中获取各个任务的属性信息,如设备尺寸和位置等,同时检索每个子任务的开始、结束时间和工期;

[0053] (2) 为每个任务组分配开始、结束日期;

[0054] (3) 根据日期信息筛选任务;

[0055] (4) 根据设备尺寸和工作区内工人的运动幅度计算工作区的大小;

[0056] (5) 为每个工作区生成边界框;

[0057] (6) 为该边界框分配存在时长;

[0058] 4. 获取安全准则:从建筑安全规范中获取与空间位置相关的安全准则。

[0059] 5. 初始化风险级别:根据安全准则,初始化工作区的风险级别。

[0060] 6. 安全风险评估:对每个工作区进行安全风险识别及评估,包括动态和静态两类风险评估。

[0061] (1) 静态风险评估:评估静态施工场地,识别坠落风险区,如外墙、洞口处及楼板边缘等,并生成防坠落DVF。

[0062] 整个建筑的评估以与建筑进度相反的方向进行。假设,建筑开始,根据风险评估决定该工作区风险为某一预设值,如100。如果该工作区一个外墙构建了20%,该工作区的风险等级将降低到80。根据安全准则,应该在此区域安装物理围栏防止坠落,则在BIM实时模型中相应位置生成防坠落DVF。安装物理围栏等安全措施之后或者该工作区任务建成之后,则安全风险降低为0,该评估结果作为施工阶段的输入信息。

[0063] 防坠落DVF主要在外墙、洞口处及楼板边缘等区域创建,DVF尺寸与物理围栏一致,时间与相应任务的工期保持一致;

[0064] (2) 动态风险评估: 评估动态工作区, 识别危险设备工作区, 在周围生成防碰撞DVF。

[0065] 根据建筑项目任务和子任务的层次结构, 工作区的高度等于工人的最大到达高度, 一般情况下为房间的高度。为子任务创建矩形工作区, 周围生成防碰撞DVF, 通过检测工人与防碰撞DVF之间的距离来识别风险。

[0066] 7. 防坠落DVF有三种:

[0067] 外墙: 获取外墙的中心线和方向, 根据这些信息, 创建与外墙并列的防坠落DVF;

[0068] 洞口处: 如果该洞口是规则矩形, 则通过获取洞口处左下角和右上角的坐标位置计算所要生成的防坠落DVF的位置和大小; 如果该洞口是不规则形状, 则需要空间的关键角放置一些小的通用模型来表示这个位置, 通过获取通用模型的位置信息计算DVF的位置和大小;

[0069] 楼板边缘: 当检测到一个楼板s的边缘E, 系统检查E处是否有安全围栏, 或者, 在等于或低于s高度的地方是否有另一楼板s'; 如果检测到s', 计算两个楼板(s和s')之间的垂直距离d; 若d大于安全规范的规定值, 或在E的另一边没有检测到楼板, 则E是危险区; 定义了危险边缘后, 在E周围生成防坠落DVF, 其高度取决于护栏所需高度;

[0070] 8. 防碰撞DVF主要基于工作区的定义方法, 在一个特定工期内, 一个子任务的执行空间预留为工作区, 给它们分配相应任务的开始日期和完成日期。其中在定义工作区的四周生成防碰撞DVF, 时间与相应任务的工期保持一致。

[0071] 9. 标签处理: 根据标签录入的属性信息, 安装后应该被立即登记在BIM实时模型对应的位置。

[0072] 二、项目执行阶段

[0073] 本阶段包括: 获取建筑工地现场的实时数据, 根据该实时数据及DVF检测建筑工地安全风险, 生成警告并完善安全防范措施。具体包括以下步骤:

[0074] 步骤2a: 采用实时定位系统, 利用定位电子标签获取建筑工地现场的实时数据;

[0075] 步骤2b: 根据该实时数据及DVF分别检测建筑工地的静态风险和动态风险, 生成警告并完善安全防范措施;

[0076] 静态风险检测: 根据BIM实时模型中坠落风险区周围生成的DVF, 利用RFID检测建筑工地相对应的外墙、洞口处、楼板边缘等危险区域是否安装了安全防范措施;

[0077] 动态风险检测: 检测工人和设备等动态目标的实时风险。

[0078] 步骤2a中标签属于临时标签, 分为用于静态风险检测的RFID标签和用于动态风险检测的UWB标签。对照物理标签的位置, 在BIM模型中对应位置登记标签信息, 在执行任务时进行“现实-虚拟”(R-V) 信息匹配; 当子任务结束, 去除物理标签并删除BIM模型中对应的标签信息。

[0079] 1. 任务执行序列: 按照项目进度表执行任务, 根据子任务的开始日期、结束日期和工期, 形成特定的任务序列; BIM实时模型是按照建设进度构建的, 在建设过程中模型是部分建成的, 需要实时更新反映现场的真实情况;

[0080] 2. 捕捉实时数据: 采用RTLS, 捕捉现场的实时数据, 检测任务风险; 根据风险类型, 采取RFID和UWB两类不同的定位技术, 分别应用于静态和动态风险检测。

[0081] 3. 静态风险检测: RFID标签被贴在安全措施上, 在施工期间, RFID标签的数据通过

手持接收器收集,然后通过无线实时传送到办公室。如图4所示,虚线表示无线数据传输。

[0082] 例如,在某个未安装完毕的电梯井口检测是否安装了物理围栏等安全措施。检测方法为:用对应的DVF映射物理围栏,以检查它们的安装尺寸和位置是否合适。使用FRID接收器收集该区域的电子标签,计算收集到的标签数量 m ,两个标签的间隔预设值为 n (如1m),可以计算出该区域内物理围栏的长度 $L = (m-1) * n$,将 L 与BIM中生成的DVF长度 L' 进行匹配,若 $L = L'$ 或误差较小,说明安全措施安装得当,此区域安全,则按项目进度执行下一任务;若误差较大,则模型中相应的虚拟围栏就会突出显示,并向管理员发送提醒,说明此区域有风险,则触发警报,完善物理围栏等安全措施之后再执行下一任务;

[0083] 4. 动态风险检测:收集UWB标签的位置信息,实时捕捉工人和设备定位数据,计算标签位置,当工人靠近危险工作区时产生警告,提醒工人远离危险区域,并确保设备在预分配的工作区内工作。

[0084] 如图5所示,基于建筑机械的工作区和地面洞口处创建防碰撞DVF,在BIM中为工人创建一个圆柱体安全区,直径2m,高是工人身高的1.2倍。收集工人的标签位置信息,BIM中工人的安全区随工人实时移动。在捕捉实时数据过程中,若安全区与设备工作区外围的防碰撞DVF之间的距离 S 小于或等于预设值 A ,则触发警报,提醒工人远离危险区。同时,给建筑机械贴上标签并实时计算建筑机械机臂的空间位置,若BIM实时模型中录入的代表建筑机械的标签与防碰撞DVF之间的距离 S' 小于或等于预设值 A' ,表示该设备将要移出工作区,则向建筑机械操作者发送提醒,更改路线保证在工作区内执行任务。当任务完成或地面洞口被覆盖时,与这些任务相关联的DVF被移除。

[0085] 如果在该子任务工作期间,并未检测到工人靠近危险区,则按项目进度执行下一任务;如果发现工人靠近危险区,则触发警报,提醒工人远离危险区,直至该子任务执行完毕,再执行下一任务;

[0086] 5. 按项目进度表执行任务,直至整个项目执行完毕。

[0087] 本发明采用以上技术方案与现有技术相比,具有以下技术效果:

[0088] 可以实时地可视化动态项目的构建过程,识别并评估未知风险。根据项目进度表,所构建的BIM半成品建筑模型,可以真实地还原构建场景,阶段性识别风险,准确性更高。不同类别的DVF可以实时地检测不同类型的安全风险,结果更可靠。使用RTLS检测危险区域的安全防范措施以及工人和设备的运动,必要时触发警告,提高建筑工地的安全性。

[0089] 实现了建筑工地的实时安全风险识别、评估及防范,实时监控工人的工作状态,一旦临近危险区,立即发出警报,提高工人的防范意识,避免发生意外,形成一个实时有效的建筑施工安全管理系统。

[0090] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和优点。本行业的技术人员应该了解,上述实施例不以任何形式限制本发明,凡采用等同替换或等效变换的方式所获得的技术方案,均落在本发明的保护范围内。

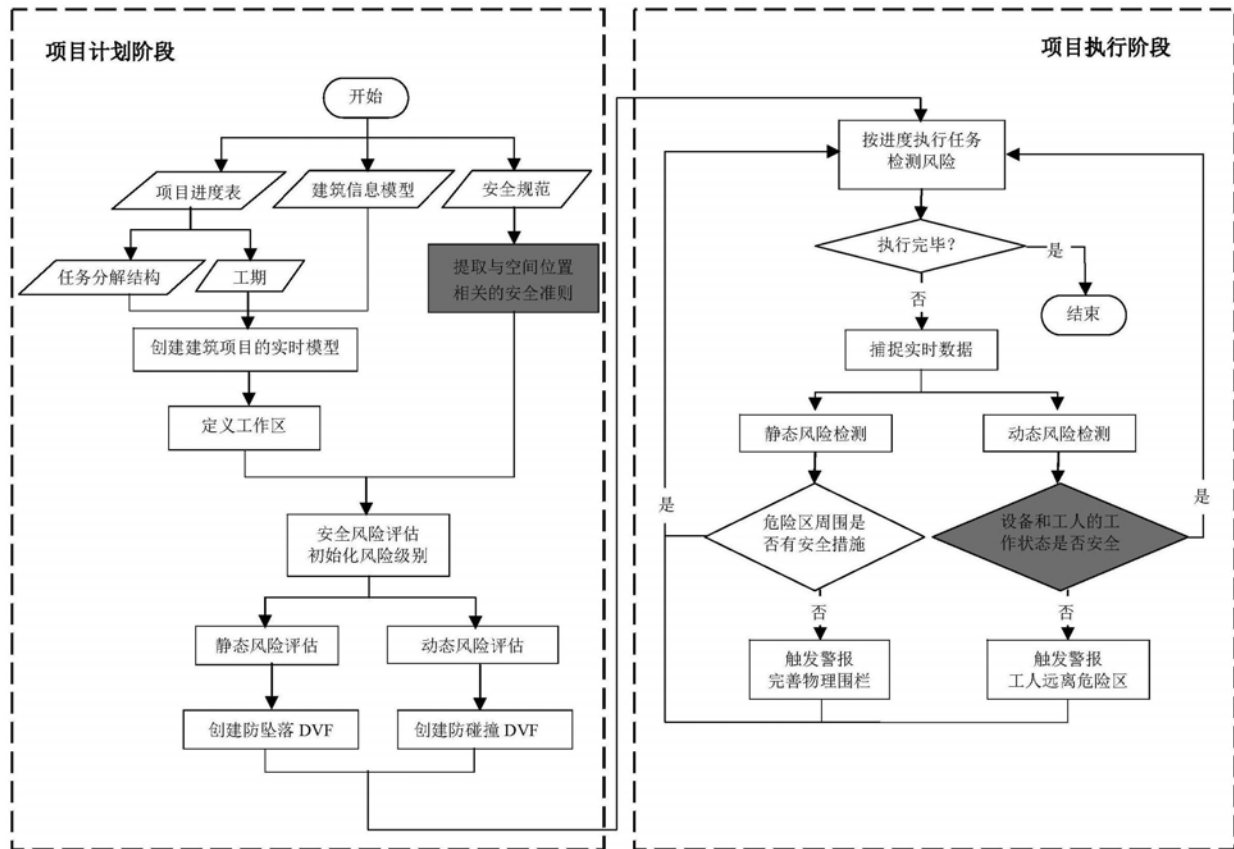


图1



图2

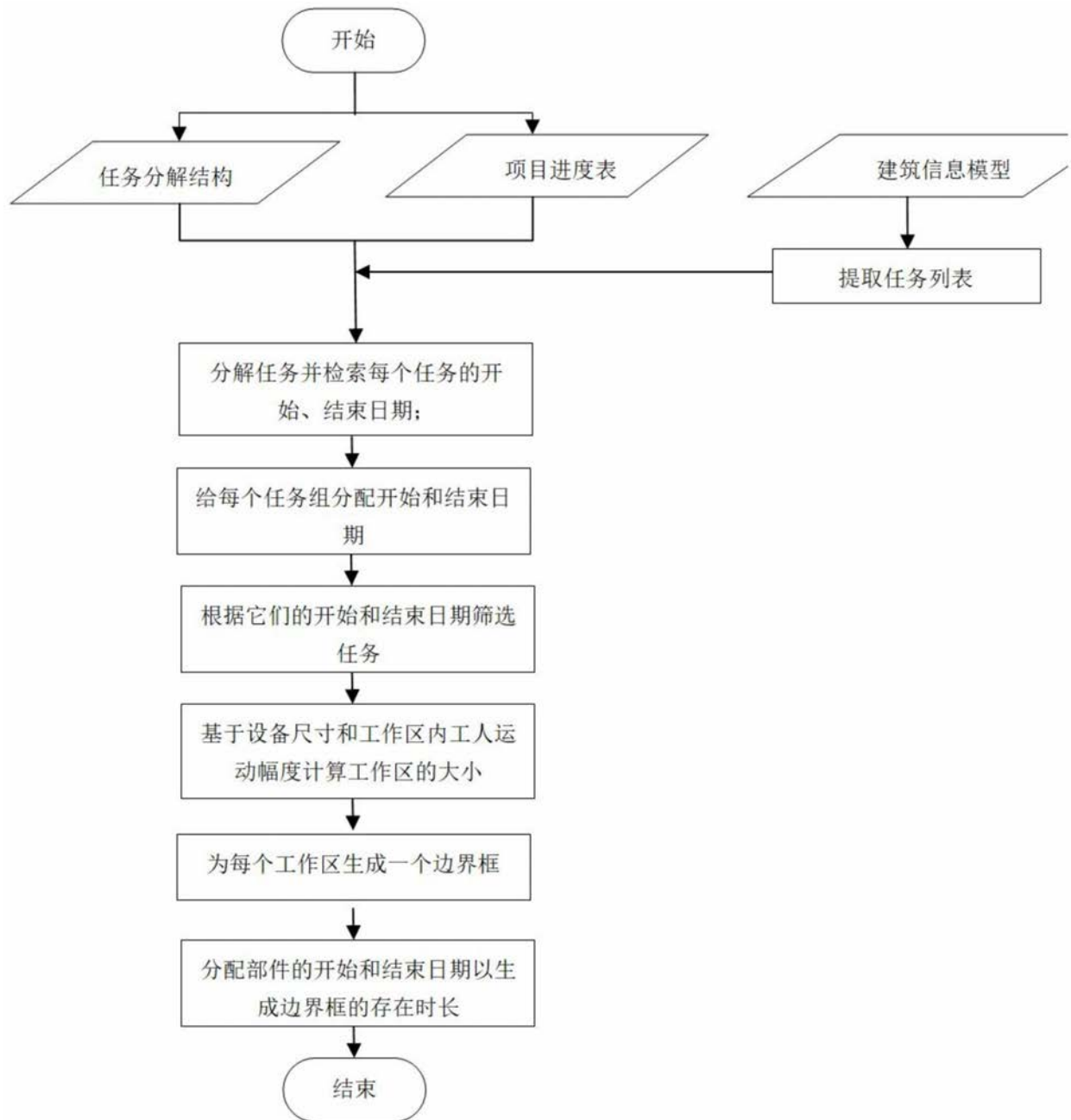


图3

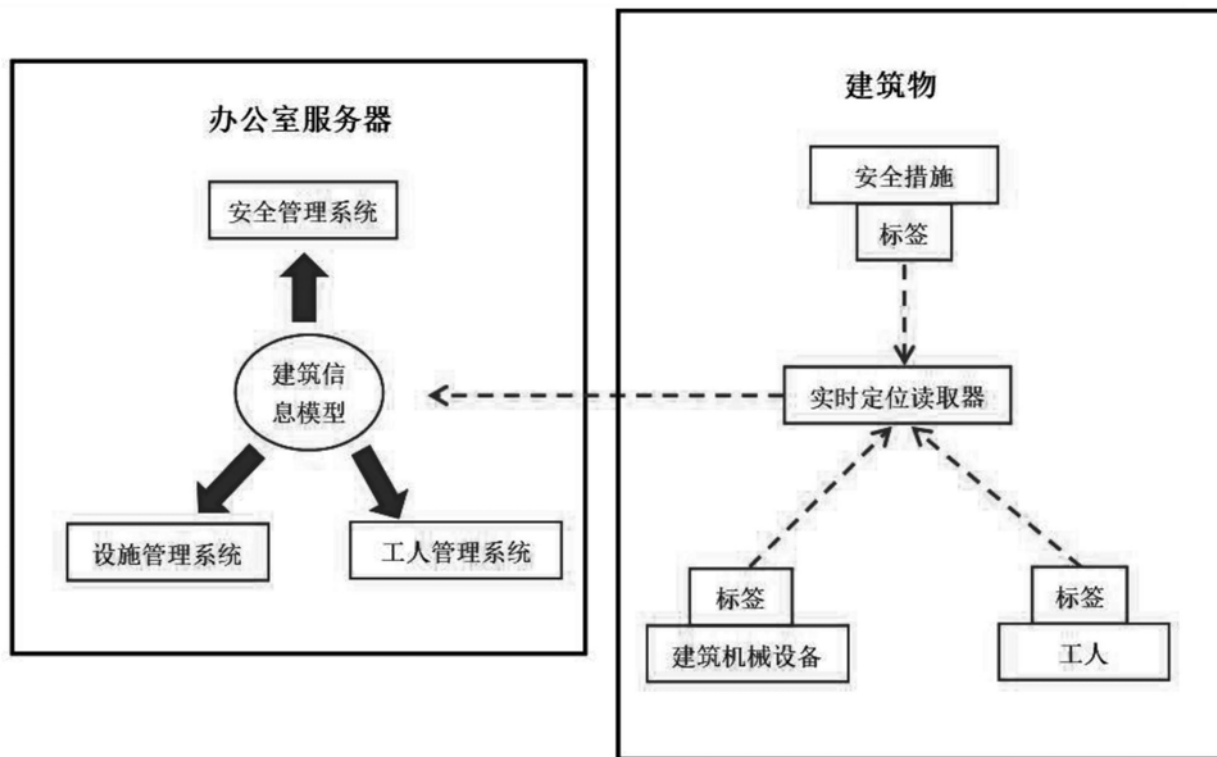


图4

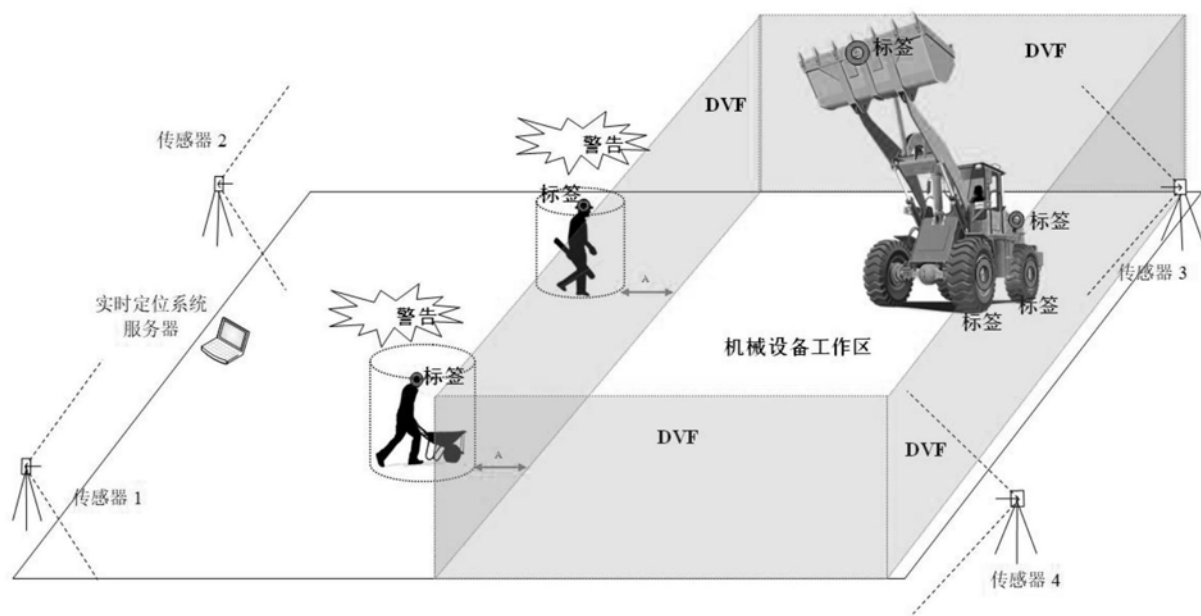


图5