



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118939769 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 12

(21) 申请号 202410973108.2

G06Q 50/08 (2012.01)

(22) 申请日 2024.07.19

(71) 申请人 广东建科创新技术研究院有限公司  
地址 528437 广东省中山市翠亨新区香山大道34号创新中心厂房C栋4楼409室-17卡

(72) 发明人 钟宇君 李健 王齐炫 王旭东  
孔镜棋 陈丹

(74) 专利代理机构 广州知友专利商标代理有限公司 44104  
专利代理师 李海波 何秋林

(51) Int. Cl.

G06F 16/332 (2019.01)

G06Q 10/10 (2023.01)

G06Q 10/0635 (2023.01)

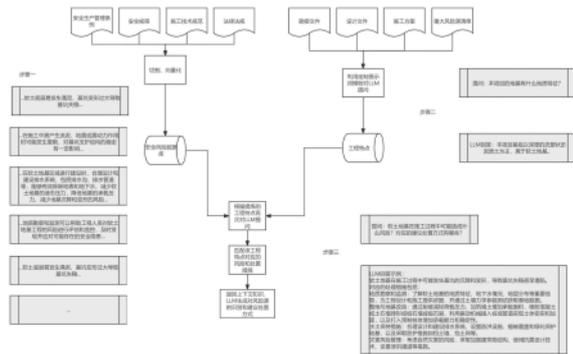
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于大语言模型的BIM可视化安全技术交底方法

(57) 摘要

一种基于大语言模型的BIM可视化安全技术交底方法,包括如下步骤:步骤1) 构建安全风险数据库,所述安全风险数据库通过将与安全风险相关的通用文件做切割和向量化后形成;步骤2) 利用定制的提示词模板对基于RAG技术的大语言模型进行提问,让大语言模型从与实际项目相关的专用文件中提炼出该项目的工程特点;所述提示词模板是总结的一系列辅助提取项目的工程特点的问题的组合;步骤3) 将所述工程特点输入所述大语言模型,要求其对照所述安全风险数据库检索该工程特点可能造成的风险和对应的处理措施;步骤4) 利用BIM可视化技术建立建筑模型,并将提取的风险对应到所述建筑模型中的相应位置。本发明可改善建筑施工过程中安全技术交底效率和效果。



1. 一种基于大语言模型的BIM可视化安全技术交底方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1) 构建安全风险数据库,所述安全风险数据库通过将与安全风险相关的通用文件做切割和向量化后形成;

步骤2) 利用定制的提示词模板对基于RAG技术的大语言模型进行提问,让大语言模型从与实际项目相关的专用文件中提炼出该项目的工程特点;所述提示词模板是总结的一系列辅助提取项目的工程特点的问题的组合;

步骤3) 将所述工程特点输入所述大语言模型,要求其对照所述安全风险数据库检索该工程特点可能造成的风险和对应的处理措施;

步骤4) 利用BIM可视化技术建立建筑模型,并将提取的风险对应到所述建筑模型中的相应位置。

2. 根据权利要求1所述的BIM可视化安全技术交底方法,其特征在于,所述通用文件包括安全生产管理条例、安全规程、施工技术规范、法律法规。

3. 根据权利要求1所述的BIM可视化安全技术交底方法,其特征在于,所述专用文件包括具体项目的勘察设计文件、施工方案、重大风险源清单。

4. 根据权利要求1所述的BIM可视化安全技术交底方法,其特征在于,所述提示词模板从人员、管理、设备材料、施工工艺和环境五个维度去挖掘项目的工程特点。

5. 根据权利要求1所述的BIM可视化安全技术交底方法,其特征在于,步骤1) 中做切割和向量化的具体步骤如下:

文档切割

将待分析的材料文档进行切割,形成第一代文档块,再对第一代文档块进行切割,形成第二代文档块,如此形成具有多层父子关系的层次结构,同一个父文档块下的全部子文档块汇总后,构成其该父文档块;

向量化

将所述层次结构的各级文档块进行向量化,存入向量数据库,组建出一个安全风险数据库。

6. 根据权利要求5所述的BIM可视化安全技术交底方法,其特征在于,步骤3) 属于RAG技术的检索生成阶段,该阶段采用了自动合并检索优化技术,具体如下:

利用基于RAG技术的大语言模型提炼出项目的工程特点后,对其进行向量化,然后作为输入源与所述向量数据库中的最小子文档块进行相关程度计算,选择相关程度最高的n个最小子文档块,判断其父文档块包含的高相关子文档块的数量或比例是否达到阈值,达到则将该父文档块提供给所述大语言模型以识别项目中的潜在风险源,否则直接提供所述高相关子文档块。

7. 根据权利要求6所述的BIM可视化安全技术交底方法,其特征在于,若所述层次结构的级数较多,将达到所述阈值的父文档块作为新的高相关文档块进一步向上判断是否应该给所述大语言模型提供更上层的父文档块。

8. 根据权利要求1所述的BIM可视化安全技术交底方法,其特征在于,所述方法在识别出潜在风险后,对这些风险进行分类和优先级排序。

9. 根据权利要求1所述的BIM可视化安全技术交底方法,其特征在于,步骤4) 中将大语言模型提取的风险信息与BIM模型中的相应位置进行关联时,所述方法通过包括标注、颜色

编码和三维图形这些不同的方式在BIM模型中展示风险源,不同展示方式的适用性具体如下:

标注:适用于指出具体的风险点;

实施方法:在BIM模型的相应位置添加文本标注,直接说明该处存在的风险类型;

颜色编码:适用于区分不同类型或等级的风险,以及对风险区域进行划分;

实施方法:为不同类型的风险分配不同的颜色;

三维图形:适用于展示复杂的风险结构或动态变化的风险情况;

实施方法:利用三维图形来表示风险的来源和可能的传播路径。

## 一种基于大语言模型的BIM可视化安全技术交底方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于建筑工程安全生产管理和人工智能技术领域,具体涉及一种基于大语言模型的BIM可视化安全技术交底方法。

### 背景技术

[0002] 在传统的建筑施工安全管理中,安全交底是一个重要的环节,它旨在确保施工人员了解并掌握必要的安全知识和技能,以预防和减少安全事故的发生。然而,传统的安全交底形式过于单一,通常需要人工研判风险源,查阅规范制定处置措施,而后依赖口头讲解或分发一些纸质资料来对生产人员做安全技术交底。一方面,这种方式里安全风险源的辨识完全依赖于个人的经验和认知范围,这不仅耗时耗力,而且可能存在疏漏和主观偏差。另一方面,这种交底方式由于不够直观,容易导致信息传递的不充分和理解上的偏差。

### 发明内容

[0003] 本发明旨在提供一种可改善建筑施工过程中安全技术交底效率和效果的方法。

[0004] 本发明的技术问题通过如下技术方案解决:一种基于大语言模型的BIM可视化安全技术交底方法,包括如下步骤:

[0005] 步骤1) 构建安全风险数据库,所述安全风险数据库通过将安全生产管理条例、安全规程、施工技术规范、法律法规等与安全风险相关的通用文件做切割和向量化后形成;

[0006] 步骤2) 利用定制的提示词模板对基于RAG技术的大语言模型进行提问,让大语言模型从具体项目的勘察设计文件、施工方案、重大风险源清单等与实际项目相关的专用文件中提炼出该项目的工程特点;所述提示词模板是总结的一系列辅助提取项目的工程特点的问题的组合;

[0007] 步骤3) 将所述工程特点输入所述大语言模型,要求其对照所述安全风险数据库检索该工程特点可能造成的风险和对应的处理措施;

[0008] 步骤4) 利用BIM可视化技术建立建筑模型,并将提取的风险对应到所述建筑模型中的相应位置。

[0009] 大语言模型(Large Language Models,LLMs)是近年来人工智能领域的一项重要进展。这些模型通过深度学习和自然语言处理技术,能够理解和生成自然语言文本。随着计算能力的提升和数据集的丰富,大语言模型展现出了强大的应用潜力,包括文本生成、语义理解、机器翻译等。本发明针对大语言模型做了基于RAG技术的优化。RAG的机制特别适用于需要应对信息不断更新的场景,通过RAG,大语言模型可以不经过重新训练而直接访问最新信息,以便生成更可靠的输出。

[0010] 在建筑施工领域,安全风险的管理至关重要。传统的风险辨识依赖于人工的经验和认知范围,这种方法存在局限性,如信息归纳效率低下,而且很可能不全面。本发明中通过对基于RAG技术的大语言模型的应用,可以快速分析大量的文本,自动识别、提取潜在的风险,有利于提高风险辨识的效率和全面性。利用BIM可视化技术可数字化表达建筑物的物

理和功能特性,使得建筑项目的参与方对项目涉及的内容直观可见。本发明将大语言模型辨识出的风险信息与BIM模型相结合,直观展现风险源,有利于提升人们对风险源认识和理解,从而在整体上提升安全技术交底的效率、全面性和准确性。

[0011] 另外,本发明先提炼工程特点,再让大语言模型根据工程特点搜寻风险和处理措施,避免了提问指向性不强等原因导致大语言模型的输出结果全面性和针对性较弱的问题。

[0012] 所述提示词模板建议从人员、管理、设备材料、施工工艺和环境五个维度去挖掘项目的工程特点,该组织方式更有利于保证收集的工程特点的全面性。

[0013] 步骤1)中做切割和向量化的具体步骤如下:

[0014] 文档切割

[0015] 将待分析的材料文档进行切割,形成第一代文档块,再对第一代文档块进行切割,形成第二代文档块,如此形成具有多层(两层以上)父子关系的层次结构,同一个父文档块下的全部子文档块汇总后,构成其该父文档块;

[0016] 向量化

[0017] 将所述层次结构的各级文档块进行向量化,存入向量数据库,组建出一个安全风险数据库。

[0018] 步骤3)属于RAG技术的检索生成阶段,该阶段采用了自动合并检索优化技术,具体如下:

[0019] 利用基于RAG技术的大语言模型提炼出项目的工程特点后,对其进行向量化,然后作为输入源与所述向量数据库中的最小子文档块进行相关程度计算,选择相关程度最高的n个最小子文档块,判断其父文档块包含的高相关子文档块的数量或比例是否达到阈值,达到则将该父文档块提供给所述大语言模型以识别项目中的潜在风险源,否则直接提供所述高相关子文档块。

[0020] 若所述层次结构的级数较多,可将达到所述阈值的父文档块作为新的高相关文档块进一步向上判断是否应该给所述大语言模型提供更上层的父文档块。

[0021] 对于基于RAG技术的大语言模型,文档切割是常用的技术路线,其可提高矢量计算的速度,但也会造成文档块上下文信息遗漏的可能。本发明在传统技术路线基础上,自动判断是返回子文档块还是返回合并后的父文档块,在运算速度和信息丰富度方面提供了一个优选的协调方案。

[0022] 所述方法在识别出潜在风险后,对这些风险进行分类和优先级排序。

[0023] 这一步骤可以帮助施工团队更清晰地了解哪些风险是最为紧迫的,需要重点关注和处理。同时,通过对风险进行分类,可以为后续的风险管理策略提供依据。

[0024] 步骤4)中将大语言模型提取的风险信息与BIM模型中的相应位置进行关联时,所述方法通过包括标注、颜色编码和三维图形这些不同的方式在BIM模型中展示风险源,不同展示方式的适用性具体如下:

[0025] 标注:适用于指出具体的风险点;

[0026] 实施方法:在BIM模型的相应位置添加文本标注,直接说明该处存在的风险类型;

[0027] 颜色编码:适用于区分不同类型或等级的风险,以及对风险区域进行划分;

[0028] 实施方法:为不同类型的风险分配不同的颜色;

[0029] 三维图形:适用于展示复杂的风险结构或动态变化的风险情况;

[0030] 实施方法:利用三维图形来表示风险的来源和可能的传播路径。

[0031] 有益效果:

[0032] 1) 本发明通过设计一套完备的流程,实现智能分析项目文件,自动提取风险并将其直观展示在BIM模型中,使施工人员可以更直观、全面、准确地理解安全要求,并有利于提高安全技术交底的效率和效果;

[0033] 2) 本发明先提炼工程特点,再让大语言模型根据工程特点搜寻风险和处理措施,避免了提问指向性不强等原因导致大语言模型的输出结果全面性和针对性较弱的问题;

[0034] 3) 本发明在传统的RAG技术路线上采用了自动合并检索优化的技术,在运算速度和信息丰富度方面提供了一个优选的协调方案;

[0035] 4) 本发明通过设置提示词模板的方式来提取工程特点,有利于更方便更全面的实现特点提取,另外,本发明从人员、管理、设备材料、施工工艺和环境五个维度去挖掘项目的工程特点,该组织方式能更好地保证收集的工程特点的全面性。

## 附图说明

[0036] 图1为本发明基于大语言模型的BIM可视化安全技术交底方法的主要步骤的流程图。

## 具体实施方式

[0037] 本发明旨在提升建筑施工过程中安全技术交底的效率和效果,从而提供一种基于大语言模型的BIM可视化安全技术交底方法或系统,如图1所示,其中方法包括如下步骤,或系统被配置为执行如下步骤:

[0038] 步骤1) 构建安全风险数据库,所述安全风险数据库通过将安全生产管理条例、安全规程、施工技术规范、法律法规等与安全风险相关的通用文件做切割和向量化后形成。这部分属于RAG技术的数据准备阶段。

[0039] 1.1文档切割

[0040] 将安全生产管理条例、安全规程、施工技术规范、法律法规等相关文档按照设定的层次结构进行切割,形成具有父子关系的多个文档块。如先将文档按照1000个token一块进行切割,形成第一代子文档块,再切割第一代子文档块,如按500个token一块切割出第二代子文档块,下级文档块为其上级文档块的子文档块,同级别的子文档块间相互独立,同一个父文档块下的全部子文档块汇总后,构成其父文档块。

[0041] 1.2向量化

[0042] 将切割后的各级文档块(如步骤1.1形成第二代子文档块说明其有三级)进行向量化,如采用embedding模型进行向量化,并存入向量数据库中,组建出一个安全风险数据库。

[0043] 步骤2) 利用定制的提示词模板对基于RAG技术的大语言模型进行提问,让大语言模型从具体项目的勘察设计文件、施工方案、重大风险源清单等与实际项目相关的专用文件中提炼出该项目的工程特点。

[0044] 提示词模板是总结的一系列辅助提取项目的工程特点的问题的组合。提示词模板建议从人员、管理、设备材料、施工工艺和环境五个维度去挖掘项目的工程特点。

[0045] 其中,人员相关包括但不限于特种作业,高处作业,动火作业,有限空间作业,临时用电等;

[0046] 管理相关包括但不限于组织架构,责任制度,应急预案等;

[0047] 设备材料相关包括但不限于模板(滑模、爬模、飞模、隧道模,混凝土模板,高支模),起重吊装(塔式起重机、施工升降机、物料提升机等),脚手架(脚手架种类,吊篮,卸料平台,操作平台),施工机械(盾构机、顶管机、钻孔机、吊车、挖掘机、破碎机、碾压机、混凝土输送泵车、推土机、混凝土罐车、混凝土布料机、切割机、电焊机、打夯机等),易燃易爆材料物品等;

[0048] 施工工艺相关包括但不限于基坑工程(深基坑工程,地下室),暗挖工程,钢结构、网架和索膜结构安装工程,人工挖孔桩工程,混凝土预制构件安装工程,高切坡工程,高边坡工程,高填方工程,拆除工程等;

[0049] 环境相关包括但不限于地质条件(软土地基),地下水条件,周边环境(道路,地下管线,轨道交通,河流),作业环境(隧道、人防工程,高温、有导电灰尘、潮湿),极端天气,冬季施工,汛期雨季等。

[0050] 提示词模板可以有多种组织方式,不一定要完全按照上文提供的五个分类去设置问题,可以结合项目实际,建立合适的分类体系,如只关心工程中使用到的新材料和新技术,则可以只从设备材料,施工工艺两个角度去设置问题,不过通常而言,按照本发明中建议的五个角度去挖掘项目的工程特点,可以更为全面地收集工程特点。

[0051] 步骤3)将所述工程特点输入所述大语言模型,要求其对照安全风险数据库检索该工程特点可能造成的风险和对应的处理措施。这部分属于RAG技术的检索生成阶段,特别的,该阶段采用了自动合并检索优化技术。

[0052] 自动合并检索优化

[0053] 利用基于RAG技术的大语言模型提炼出项目的工程特点后,对其进行向量化,然后作为输入源与所述向量数据库中的最小子文档块进行相关程度计算,选择相关程度最高的n个最小子文档块,判断其父文档块包含的高相关子文档块的数量或比例是否达到阈值,达到则将该父文档块提供给所述大语言模型用于识别项目中的潜在风险和对应的处理措施,否则直接提供高相关子文档块。若切割出的层次比较多,可进一步向上判断是否应该给所述大语言模型提供更上层的文档块,判断逻辑类同。

[0054] 对于基于RAG技术的大语言模型,文档切割是常用的技术路线,其可提高矢量计算的速度,但也会造成文档块上下文信息遗漏的可能。本发明在传统技术路线基础上,自动判断是返回子文档块还是返回合并后的父文档块,在运算速度和信息丰富度方面提供了一个优选的协调方案。

[0055] 作为优选方案,本发明在识别出潜在风险后,对这些风险进行分类和优先级排序。这一步骤可以帮助施工团队更清晰地了解哪些风险是最为紧迫的,需要重点关注和处理。同时,通过对风险进行分类,可以为后续的风险管理策略提供依据。

[0056] 传统的风险源识别方法主要是通过人工阅读施工方案、经验分析和查阅历史资料,研判效率较低。本发明利用大语言模型的快速处理能力,可以分析大量的文本信息,自动识别、提取潜在风险和对应的处理措施,不仅可提高风险辨识的效率,也有利于保证全面性。

[0057] 另外,本发明先提炼工程特点,再让大语言模型根据工程特点搜寻风险和处理措施,避免了提问指向性不强等原因导致大语言模型的输出结果全面性和针对性较弱的问题。

[0058] 上述步骤1)到3)的示例:

[0059] 如图1的步骤一部分所示,安全风险数据库中记录有许多关于软土底层可能造成的风险和对应的处理措施的描述

[0060] 如图1的步骤二部分所示,根据提示词模板中与环境相关的问题设定向大语言模型(简称LLM)提问:本项目的地基有什么地质特点?LLM回答:本项目基底以深厚的流塑状淤泥质土为主,属于软土地基,此即为该项目的工程特点之一,后续即可让大语言模型就该工程特点在安全风险数据库中提炼出可能造成的风险和对应的处理措施,如图1的步骤三部分所示。

[0061] 步骤4)利用BIM可视化技术建立建筑模型,并将提取的风险对应到所述建筑模型中的相应位置,这一步骤包括:

[0062] BIM模型构建:根据施工方案的具体内容,利用BIM软件构建出包含建筑物结构、施工设备和作业环境等信息的三维模型。

[0063] 风险源数据整合:将大语言模型分析得到的风险信息与BIM模型中的具体位置相对应,形成一份完整的风险源清单。

[0064] 将风险源与建筑物相结合,使风险源得到直观的展示,有利于提升人们对风险源认识 and 理解的准确性。更重要的是,施工人员可以通过查看建筑模型的不同位置,快速、清楚、全面地了解该位置可能存在的风险,从而达到更好的安全交底效果。

[0065] 另外,将大语言模型提取的风险信息与BIM模型中的相应位置进行关联时,可通过标注、颜色编码或三维图形等多种不同方式在BIM模型中展示风险源。不同展示方式的适用性具体如下:

[0066] 标注:适用于指出具体的风险点,如某个具体的构件、设备或施工区域。

[0067] 实施方法:在BIM模型的相应位置添加文本标注,直接说明该处存在的风险类型,例如“高坠风险区域”、“电气危险”等。这种方式简单直观,易于理解。

[0068] 颜色编码:适用于区分不同类型或等级的风险,以及对风险区域进行划分。

[0069] 实施方法:为不同类型的风险分配不同的颜色,例如红色代表高风险区域,黄色代表中等风险,蓝色代表低风险。通过颜色的变化,施工人员可以迅速识别风险区域和风险等级。

[0070] 三维图形:适用于展示复杂的风险结构或动态变化的风险情况。

[0071] 实施方法:利用三维图形,如箭头、图标或其他符号,来表示风险的来源和可能的传播路径。例如,可以用红色的箭头来展示由低风险的基坑降排水到高风险的基坑突涌。

[0072] 利用已经完成风险源标注的BIM模型,进行施工人员的安全交底,这一步骤的关键在于:

[0073] 交互式安全教育:通过BIM模型的交互功能,让施工人员能够从多个角度和层面了解风险源的位置、性质和可能的影响。

[0074] 详细安全规程讲解:结合大语言模型提供的详细安全规程和操作指南,对施工人员进行全面的安全教育,确保他们理解并能够遵守所有的安全要求。

[0075] 模拟应急演练:在BIM模型中模拟各种可能的安全事故情景,让施工人员在虚拟环境中进行应急响应演练,提高他们的应急处理能力。

[0076] 经验证,采用本发明方法或系统进行安全技术交底,相比于传统说明书方式,效率和效果都可以得到很大幅度的提升。

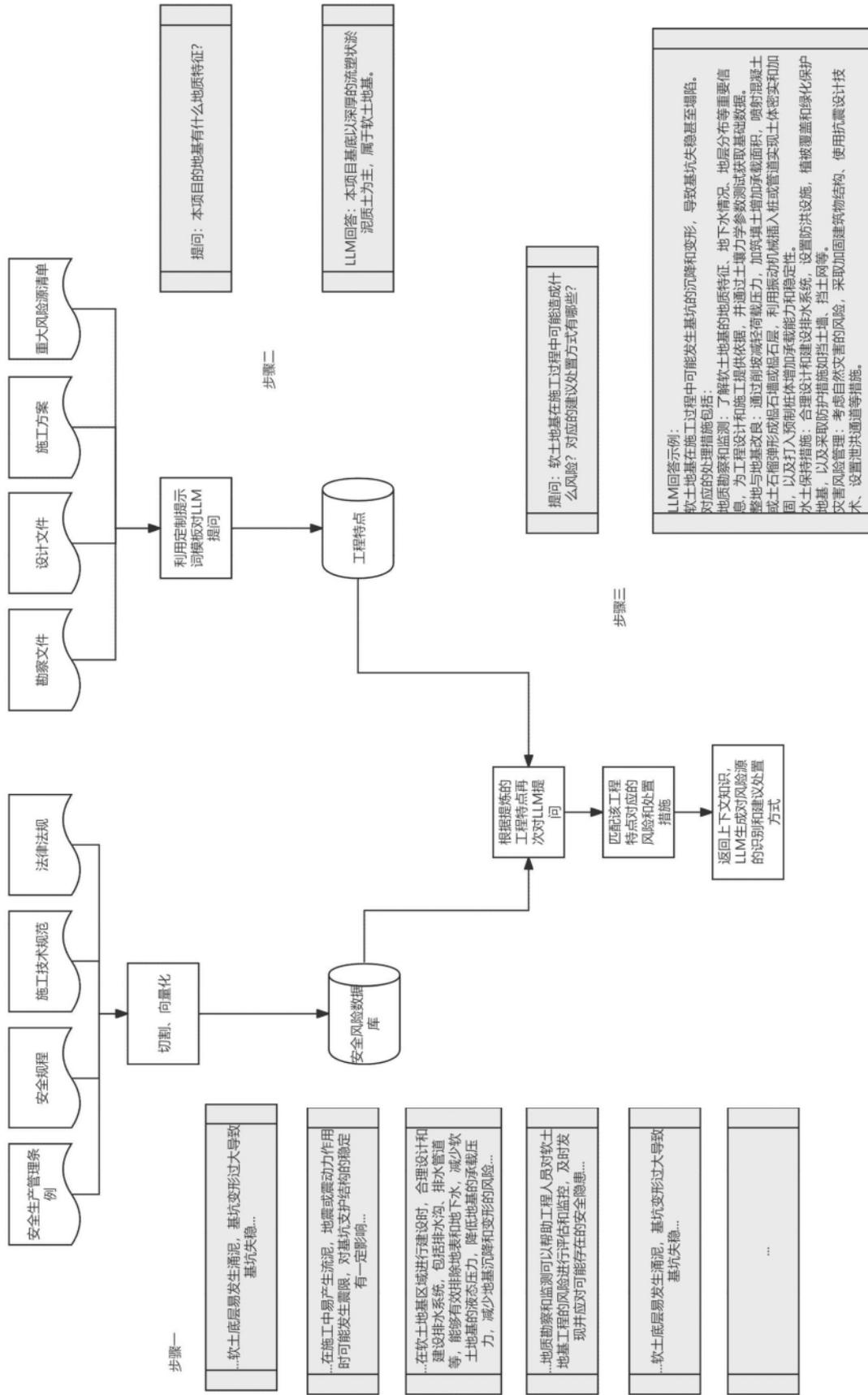


图1