



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106223697 A

(43)申请公布日 2016.12.14

(21)申请号 201610585606.5

(22)申请日 2016.07.20

(71)申请人 邱炎新

地址 315202 浙江省宁波市镇海区荣骆路  
372号

(72)发明人 邱炎新

(74)专利代理机构 北京高航知识产权代理有限  
公司 11530

代理人 赵永强

(51)Int.Cl.

E04H 9/04(2006.01)

E04H 1/04(2006.01)

E04B 1/34(2006.01)

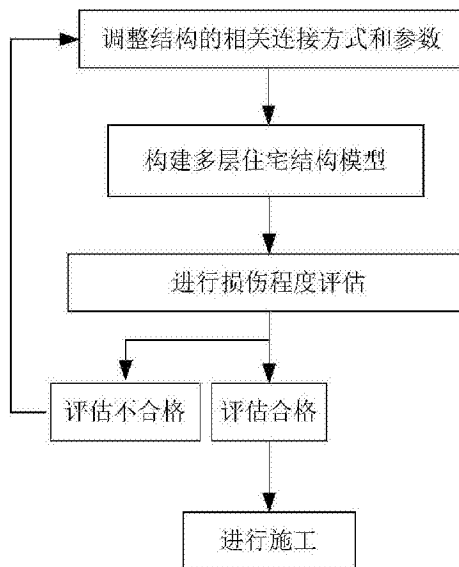
权利要求书1页 说明书10页 附图2页

(54)发明名称

一种抗爆多层住宅结构的构建方法

(57)摘要

本发明公开了一种抗爆多层住宅结构的构建方法,包括以下步骤:(1)通过计算机辅助设计构建多层住宅结构模型;(2)对所述多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,若评估合格,多层住宅结构模型满足设计要求,若评估不合格,调整加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋,通过计算机辅助设计重新构建多层住宅结构模型;(3)根据评估合格的多层住宅结构模型进行多层住宅结构的施工。本发明能提高构建的多层住宅结构的抗爆性能,且构建方法简单可靠。



1. 一种抗爆多层住宅结构的构建方法,其特征是,包括以下步骤:

(1)通过计算机辅助设计,初步构建多层住宅,并在多层住宅室外楼梯间对应位置增设混凝土剪力墙电梯井筒,在多层住宅外围墙体外侧设计加固层,并设计加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋,从而构建成多层住宅结构模型;

(2)对所述多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,若评估合格,多层住宅结构模型满足设计要求,若评估不合格,调整加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋,通过计算机辅助设计重新构建多层住宅结构模型;

(3)根据评估合格的多层住宅结构模型进行多层住宅结构的施工。

2. 根据权利要求1所述的一种抗爆多层住宅结构的构建方法,其特征是,所述加固层设计为钢丝网水泥砂浆面层。

3. 根据权利要求1所述的一种抗爆多层住宅结构的构建方法,其特征是,所述加固层设计为单面混凝土板墙。

4. 根据权利要求1所述的一种抗爆多层住宅结构的构建方法,其特征是,所述加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式设计为:加固层与多层住宅外围墙体之间通过化学植筋连接。

5. 根据权利要求1所述的一种抗爆多层住宅结构的构建方法,其特征是,所述加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式设计为:加固层与多层住宅外围墙体之间通过销键加化学植筋连接。

## 一种抗爆多层住宅结构的构建方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及建筑防爆设计领域,具体涉及一种抗爆多层住宅结构的构建方法。

### 背景技术

[0002] 近几十年来,各类爆炸事件在全球范围内屡屡发生,对人们的生命财产安全构成巨大的威胁,如何通过结构抗爆分析、设计或加固,保证多层住宅结构的抗爆安全性,成为摆在现代各国工程技术人员面前的技术难题。

### 发明内容

[0003] 本发明旨在提供一种抗爆多层住宅结构的构建方法,以解决上述的技术问题。

[0004] 本发明的目的采用以下技术方案来实现:

[0005] 一种抗爆多层住宅结构的构建方法,包括以下步骤:

[0006] (1)通过计算机辅助设计,初步构建多层住宅,并在多层住宅室外楼梯间对应位置增设混凝土剪力墙电梯井筒,在多层住宅外围墙体外侧设计加固层,并设计加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋,从而构建成多层住宅结构模型;

[0007] (2)对所述多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,若评估合格,多层住宅结构模型满足设计要求,若评估不合格,调整加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋,通过计算机辅助设计重新构建多层住宅结构模型;

[0008] (3)根据评估合格的多层住宅结构模型进行多层住宅结构的施工。

[0009] 本发明上述实施例的抗爆多层住宅结构的构建方法提高了安全性,从而解决了上述技术问题。

### 附图说明

[0010] 利用附图对本发明作进一步说明,但附图中的实施例不构成对本发明的任何限制,对于本领域的普通技术人员,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据以下附图获得其它的附图。

[0011] 图1是抗爆多层住宅结构的构建方法流程示意图;

[0012] 图2是对多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估的流程示意图。

### 具体实施方式

[0013] 结合以下实施例对本发明作进一步描述。

[0014] 应用场景1

[0015] 参见图1、图2,本应用场景中的一个实施例的抗爆多层住宅结构的构建方法,包括

以下步骤:

[0016] (1)通过计算机辅助设计,初步构建多层住宅,并在多层住宅室外楼梯间对应位置增设混凝土剪力墙电梯井筒,在多层住宅外围墙体外侧设计加固层,并设计加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋,从而构建成多层住宅结构模型;

[0017] (2)对所述多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,若评估合格,多层住宅结构模型满足设计要求,若评估不合格,调整加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋,通过计算机辅助设计重新构建多层住宅结构模型;

[0018] (3)根据评估合格的多层住宅结构模型进行多层住宅结构的施工。

[0019] 本发明上述实施例的建筑屋面施工方法提高了安全性,从而解决了上述技术问题。

[0020] 优选的,所述加固层设计为钢丝网水泥砂浆面层。本优选实施例保证了施工后屋面的防水和保温的性能。

[0021] 优选的,所述加固层设计为单面混凝土板墙。本优选实施例提高了安全性。

[0022] 优选的,所述加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式设计为:加固层与多层住宅外围墙体之间通过化学植筋连接。本优选实施例提高了安全性。

[0023] 优选的,所述加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式设计为:加固层与多层住宅外围墙体之间通过销键加化学植筋连接。本优选实施例提高了安全性。

[0024] 优选的,所述对所述多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,包括以下步骤:

[0025] (1)运用有限元软件LS-DYNA对所述多层住宅结构模型在预设爆炸荷载作用下的动力响应进行数值模拟和数据处理,确定多层住宅结构模型中动力响应最强烈的区域;

[0026] (2)在所述动力响应最强烈的区域中确定多层住宅结构模型的主要构件,建立主要构件的三维有限元模型;

[0027] (3)通过显示动力学分析软件计算主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力,通过MATLAB对主要构件进行损伤程度评估,设置损伤评估系数 $\psi$ ,考虑到爆炸荷载下温度对结构性能参数的影响,引入温度修正系数 $K$ , $K$ 的取值范围通过试验求得为 $[0.91, 0.99]$ ,考虑到住宅使用对结构性能参数的影响,引入疲劳指数 $L$ :

$$[0028] \quad L = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{S_i(1-\sigma) + Q_i\sigma}{Q_i}}{N}$$

[0029] 其中, $S_i$ 为第 $i$ 个主要构件的剩余使用寿命, $Q_i$ 为第 $i$ 个主要构件的设计使用寿命, $\sigma$ 为疲劳因子, $\sigma$ 的取值范围是 $[0.1, 0.3]$ , $N$ 表示具有的主要构件的数目;

[0030] 损伤评估系数 $\psi$ 的计算公式为:

$$[0031] \quad \psi = \left( 1 - \frac{P_{y_i}}{KP_i} - T_1 \right) (S_{y_i} - T_2 \times L), \quad i = 1, \dots, N$$

[0032] 其中, $T_1$ 为设定的表示主要构件在爆炸荷载作用后处于轻度损伤时的破坏程度阈值, $T_1 \in [0, 0.2]$ , $P_{y_i}$ 为第 $i$ 个主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力, $P_i$ 为第 $i$ 个主

要构件的设计竖向承载力,  $N$ 表示具有的主要构件的数目,  $S_{M_i}$ 为第 $i$ 个主要构件在爆炸荷载作用下的最大位移,  $T_2$ 为设定的表示主要构件在爆炸荷载作用后处于轻度损伤时的临界位移值;

[0033] 若损伤评估系数 $\psi < 0$ 时, 多层住宅结构模型满足设计要求, 若损伤评估系数 $\psi \geq 0$ 时, 需重新对多层住宅结构设计。

[0034] 本优选实施例对设计的多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估, 取评估合格的多层住宅结构模型进行施工, 进一步保证了施工后多层住宅结构的抗爆性能, 方法简单, 提高了设计的速度, 且适用性广; 在爆炸荷载作用下的损伤程度评估中, 引入温度修正系数, 增加了设计的可靠度, 引入疲劳指数, 使得设计更加贴近现实情况; 其中本优选实施例取 $\sigma = 0.1$ , 设计速度相对提高了15%, 设计可靠度相对提高了10%。

[0035] 优选的, 所述计算主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力, 包括以下步骤:

[0036] (1) 往主要构件的顶面缓慢施加竖向荷载, 模拟主要构件实际承受的竖向荷载, 所述竖向荷载为主要构件的设计竖向承载力的20%;

[0037] (2) 在主要构件的前表面施加预设的爆炸荷载, 分析计算得到主要构件的完整动力响应过程, 其中当主要构件上的所有节点的速度低于0.1m/s时, 定义结构已达到静力平衡, 停止分析计算;

[0038] (3) 将主要构件的所有节点的速度皆强制设置为0, 重新向主要构件的顶面施加竖向力直至主要构件倒塌, 得到爆炸荷载损伤后主要构件的竖向力-位移曲线, 根据所述竖向力-位移曲线得到主要构件的剩余竖向承载力。

[0039] 本优选实施例提高了主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力的计算精度。

[0040] 优选的, 在对主要构件进行损伤程度评估前, 先排除其它扰动带来的干扰, 设其它扰动对建筑物带来的损伤为 $H$ , 引入干扰阈值 $G$ , 若 $H > G$ , 则先对干扰进行排除再进行损伤评估。

[0041] 本优选实施例在损伤程度评估前, 引入干扰阈值, 其它扰动进行排除, 增加了设计的可靠度。

[0042] 应用场景2

[0043] 参见图1、图2, 本应用场景中的一个实施例的抗爆多层住宅结构的构建方法, 包括以下步骤:

[0044] (1) 通过计算机辅助设计, 初步构建多层住宅, 并在多层住宅室外楼梯间对应位置增设混凝土剪力墙电梯井筒, 在多层住宅外围墙体外侧设计加固层, 并设计加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋, 从而构建成多层住宅结构模型;

[0045] (2) 对所述多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估, 若评估合格, 多层住宅结构模型满足设计要求, 若评估不合格, 调整加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋, 通过计算机辅助设计重新构建多层住宅结构模型;

[0046] (3) 根据评估合格的多层住宅结构模型进行多层住宅结构的施工。

[0047] 本发明上述实施例的建筑屋面施工方法提高了安全性, 从而解决了上述技术问

题。

[0048] 优选的,所述加固层设计为钢丝网水泥砂浆面层。本优选实施例保证了施工后屋面的防水和保温的性能。

[0049] 优选的,所述加固层设计为单面混凝土板墙。本优选实施例提高了安全性。

[0050] 优选的,所述加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式设计为:加固层与多层住宅外围墙体之间通过化学植筋连接。本优选实施例提高了安全性。

[0051] 优选的,所述加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式设计为:加固层与多层住宅外围墙体之间通过销键加化学植筋连接。本优选实施例提高了安全性。

[0052] 优选的,所述对所述多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,包括以下步骤:

[0053] (1)运用有限元软件LS-DYNA对所述多层住宅结构模型在预设爆炸荷载作用下的动力响应进行数值模拟和数据处理,确定多层住宅结构模型中动力响应最强烈的区域;

[0054] (2)在所述动力响应最强烈的区域中确定多层住宅结构模型的主要构件,建立主要构件的三维有限元模型;

[0055] (3)通过显示动力学分析软件计算主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力,通过MATLAB对主要构件进行损伤程度评估,设置损伤评估系数 $\psi$ ,考虑到爆炸荷载下温度对结构性能参数的影响,引入温度修正系数 $K$ , $K$ 的取值范围通过试验求得为 $[0.91, 0.99]$ ,考虑到住宅使用对结构性能参数的影响,引入疲劳指数 $L$ :

$$[0056] \quad L = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{S_i(1-\sigma) + Q_i\sigma}{Q_i}}{N}$$

[0057] 其中, $S_i$ 为第 $i$ 个主要构件的剩余使用寿命, $Q_i$ 为第 $i$ 个主要构件的设计使用寿命, $\sigma$ 为疲劳因子, $\sigma$ 的取值范围是 $[0.1, 0.3]$ , $N$ 表示具有的主要构件的数目;

[0058] 损伤评估系数 $\psi$ 的计算公式为:

$$[0059] \quad \psi = \left( 1 - \frac{P_{y_i}}{KP_i} - T_1 \right) (S_{M_i} - T_2 \times L), \quad i = 1, \dots, N$$

[0060] 其中, $T_1$ 为设定的表示主要构件在爆炸荷载作用后处于轻度损伤时的破坏程度阈值, $T_1 \in [0, 0.2]$ , $P_{y_i}$ 为第 $i$ 个主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力, $P_i$ 为第 $i$ 个主要构件的设计竖向承载力, $N$ 表示具有的主要构件的数目, $S_{M_i}$ 为第 $i$ 个主要构件在爆炸荷载作用下的最大位移, $T_2$ 为设定的表示主要构件在爆炸荷载作用后处于轻度损伤时的临界位移值;

[0061] 若损伤评估系数 $\psi < 0$ 时,多层住宅结构模型满足设计要求,若损伤评估系数 $\psi \geq 0$ 时,需重新对多层住宅结构设计。

[0062] 本优选实施例对设计的多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,取评估合格的多层住宅结构模型进行施工,进一步保证了施工后多层住宅结构的抗爆性能,方法简单,提高了设计的速度,且适用性广;在爆炸荷载作用下的损伤程度评估中,引入温度修正系数,增加了设计的可靠度,引入疲劳指数,使得设计更加贴近现实情况;其中本优选实施例取 $\sigma = 0.15$ ,设计速度相对提高了12%,设计可靠度相对提高了15%。

- [0063] 优选的,所述计算主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力,包括以下步骤:
- [0064] (1)往主要构件的顶面缓慢施加竖向荷载,模拟主要构件实际承受的竖向荷载,所述竖向荷载为主要构件的设计竖向承载力的20%;
- [0065] (2)在主要构件的前表面施加预设的爆炸荷载,分析计算得到主要构件的完整动力响应过程,其中当主要构件上的所有节点的速度低于0.1m/s时,定义结构已达到静力平衡,停止分析计算;
- [0066] (3)将主要构件的所有节点的速度皆强制设置为0,重新向主要构件的顶面施加竖向力直至主要构件倒塌,得到爆炸荷载损伤后主要构件的竖向力-位移曲线,根据所述竖向力-位移曲线得到主要构件的剩余竖向承载力。
- [0067] 本优选实施例提高了主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力的计算精度。
- [0068] 优选的,在对主要构件进行损伤程度评估前,先排除其它扰动带来的干扰,设其它扰动对建筑物带来的损伤为H,引入干扰阈值G,若 $H>G$ ,则先对干扰进行排除再进行损伤评估。
- [0069] 本优选实施例在损伤程度评估前,引入干扰阈值,其它扰动进行排除,增加了设计的可靠度。
- [0070] 应用场景3
- [0071] 参见图1、图2,本应用场景中的一个实施例的抗爆多层住宅结构的构建方法,包括以下步骤:
- [0072] (1)通过计算机辅助设计,初步构建多层住宅,并在多层住宅室外楼梯间对应位置增设混凝土剪力墙电梯井筒,在多层住宅外围墙体外侧设计加固层,并设计加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋,从而构建成多层住宅结构模型;
- [0073] (2)对所述多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,若评估合格,多层住宅结构模型满足设计要求,若评估不合格,调整加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋,通过计算机辅助设计重新构建多层住宅结构模型;
- [0074] (3)根据评估合格的多层住宅结构模型进行多层住宅结构的施工。
- [0075] 本发明上述实施例的建筑屋面施工方法提高了安全性,从而解决了上述技术问题。
- [0076] 优选的,所述加固层设计为钢丝网水泥砂浆面层。本优选实施例保证了施工后屋面的防水和保温的性能。
- [0077] 优选的,所述加固层设计为单面混凝土板墙。本优选实施例提高了安全性。
- [0078] 优选的,所述加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式设计为:加固层与多层住宅外围墙体之间通过化学植筋连接。本优选实施例提高了安全性。
- [0079] 优选的,所述加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式设计为:加固层与多层住宅外围墙体之间通过销键加化学植筋连接。本优选实施例提高了安全性。
- [0080] 优选的,所述对所述多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,包括以下步骤:
- [0081] (1)运用有限元软件LS-DYNA对所述多层住宅结构模型在预设爆炸荷载作用下的

动力响应进行数值模拟和数据处理,确定多层住宅结构模型中动力响应最强烈的区域;

[0082] (2)在所述动力响应最强烈的区域中确定多层住宅结构模型的主要构件,建立主要构件的三维有限元模型;

[0083] (3)通过显示动力学分析软件计算主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力,通过MATLAB对主要构件进行损伤程度评估,设置损伤评估系数 $\psi$ ,考虑到爆炸荷载下温度对结构性能参数的影响,引入温度修正系数 $K$ , $K$ 的取值范围通过试验求得为 $[0.91, 0.99]$ ,考虑到住宅使用对结构性能参数的影响,引入疲劳指数 $L$ :

$$[0084] \quad L = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{S_i(1-\sigma) + Q_i\sigma}{Q_i}}{N}$$

[0085] 其中, $S_i$ 为第 $i$ 个主要构件的剩余使用寿命, $Q_i$ 为第 $i$ 个主要构件的设计使用寿命, $\sigma$ 为疲劳因子, $\sigma$ 的取值范围是 $[0.1, 0.3]$ , $N$ 表示具有的主要构件的数目;

[0086] 损伤评估系数 $\psi$ 的计算公式为:

$$[0087] \quad \psi = \left( 1 - \frac{P_{y_i}}{KP_i} - T_1 \right) (S_{M_i} - T_2 \times L), \quad i = 1, \dots, N$$

[0088] 其中, $T_1$ 为设定的表示主要构件在爆炸荷载作用后处于轻度损伤时的破坏程度阈值, $T_1 \in [0, 0.2]$ , $P_{y_i}$ 为第 $i$ 个主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力, $P_i$ 为第 $i$ 个主要构件的设计竖向承载力, $N$ 表示具有的主要构件的数目, $S_{M_i}$ 为第 $i$ 个主要构件在爆炸荷载作用下的最大位移, $T_2$ 为设定的表示主要构件在爆炸荷载作用后处于轻度损伤时的临界位移值;

[0089] 若损伤评估系数 $\psi < 0$ 时,多层住宅结构模型满足设计要求,若损伤评估系数 $\psi \geq 0$ 时,需重新对多层住宅结构设计。

[0090] 本优选实施例对设计的多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,取评估合格的多层住宅结构模型进行施工,进一步保证了施工后多层住宅结构的抗爆性能,方法简单,提高了设计的速度,且适用性广;在爆炸荷载作用下的损伤程度评估中,引入温度修正系数,增加了设计的可靠度,引入疲劳指数,使得设计更加贴近现实情况;其中本优选实施例取 $\sigma = 0.2$ ,设计速度相对提高了14%,设计可靠度相对提高了18%。

[0091] 优选的,所述计算主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力,包括以下步骤:

[0092] (1)往主要构件的顶面缓慢施加竖向荷载,模拟主要构件实际承受的竖向荷载,所述竖向荷载为主要构件的设计竖向承载力的20%;

[0093] (2)在主要构件的前表面施加预设的爆炸荷载,分析计算得到主要构件的完整动力响应过程,其中当主要构件上的所有节点的速度低于0.1m/s时,定义结构已达到静力平衡,停止分析计算;

[0094] (3)将主要构件的所有节点的速度皆强制设置为0,重新向主要构件的顶面施加竖向力直至主要构件倒塌,得到爆炸荷载损伤后主要构件的竖向力-位移曲线,根据所述竖向力-位移曲线得到主要构件的剩余竖向承载力。

[0095] 本优选实施例提高了主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力的计算精度。

[0096] 优选的,在对主要构件进行损伤程度评估前,先排除其它扰动带来的干扰,设其它



扰动对建筑物带来的损伤为H,引入干扰阈值G,若H>G,则先对干扰进行排除再进行损伤评估。

[0097] 本优选实施例在损伤程度评估前,引入干扰阈值,其它扰动进行排除,增加了设计的可靠度。

[0098] 应用场景4

[0099] 参见图1、图2,本应用场景中的一个实施例的抗爆多层住宅结构的构建方法,包括以下步骤:

[0100] (1)通过计算机辅助设计,初步构建多层住宅,并在多层住宅室外楼梯间对应位置增设混凝土剪力墙电梯井筒,在多层住宅外围墙体外侧设计加固层,并设计加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋,从而构建成多层住宅结构模型;

[0101] (2)对所述多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,若评估合格,多层住宅结构模型满足设计要求,若评估不合格,调整加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋,通过计算机辅助设计重新构建多层住宅结构模型;

[0102] (3)根据评估合格的多层住宅结构模型进行多层住宅结构的施工。

[0103] 本发明上述实施例的建筑屋面施工方法提高了安全性,从而解决了上述技术问题。

[0104] 优选的,所述加固层设计为钢丝网水泥砂浆面层。本优选实施例保证了施工后屋面的防水和保温的性能。

[0105] 优选的,所述加固层设计为单面混凝土板墙。本优选实施例提高了安全性。

[0106] 优选的,所述加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式设计为:加固层与多层住宅外围墙体之间通过化学植筋连接。本优选实施例提高了安全性。

[0107] 优选的,所述加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式设计为:加固层与多层住宅外围墙体之间通过销键加化学植筋连接。本优选实施例提高了安全性。

[0108] 优选的,所述对所述多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,包括以下步骤:

[0109] (1)运用有限元软件LS-DYNA对所述多层住宅结构模型在预设爆炸荷载作用下的动力响应进行数值模拟和数据处理,确定多层住宅结构模型中动力响应最强烈的区域;

[0110] (2)在所述动力响应最强烈的区域中确定多层住宅结构模型的主要构件,建立主要构件的三维有限元模型;

[0111] (3)通过显示动力学分析软件计算主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力,通过MATLAB对主要构件进行损伤程度评估,设置损伤评估系数 $\psi$ ,考虑到爆炸荷载下温度对结构性能参数的影响,引入温度修正系数K,K的取值范围通过试验求得为[0.91, 0.99],考虑到住宅使用对结构性能参数的影响,引入疲劳指数L:

$$[0112] \quad L = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{S_i(1-\sigma) + Q_i\sigma}{Q_i}}{N}$$

[0113] 其中, $S_i$ 为第*i*个主要构件的剩余使用寿命, $Q_i$ 为第*i*个主要构件的设计使用寿命, $\sigma$

为疲劳因子,  $\sigma$  的取值范围是  $[0.1, 0.3]$ ,  $N$  表示具有的主要构件的数目;

[0114] 损伤评估系数  $\psi$  的计算公式为:

$$[0115] \quad \psi = \left( 1 - \frac{P_{y_i}}{KP_i} - T_1 \right) (S_{M_i} - T_2 \times L), \quad i = 1, \dots, N$$

[0116] 其中,  $T_1$  为设定的表示主要构件在爆炸荷载作用后处于轻度损伤时的破坏程度阈值,  $T_1 \in [0, 0.2]$ ,  $P_{y_i}$  为第  $i$  个主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力,  $P_i$  为第  $i$  个主要构件的设计竖向承载力,  $N$  表示具有的主要构件的数目,  $S_{M_i}$  为第  $i$  个主要构件在爆炸荷载作用下的最大位移,  $T_2$  为设定的表示主要构件在爆炸荷载作用后处于轻度损伤时的临界位移值;

[0117] 若损伤评估系数  $\psi < 0$  时, 多层住宅结构模型满足设计要求, 若损伤评估系数  $\psi \geq 0$  时, 需重新对多层住宅结构设计。

[0118] 本优选实施例对设计的多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估, 取评估合格的多层住宅结构模型进行施工, 进一步保证了施工后多层住宅结构的抗爆性能, 方法简单, 提高了设计的速度, 且适用性广; 在爆炸荷载作用下的损伤程度评估中, 引入温度修正系数, 增加了设计的可靠度, 引入疲劳指数, 使得设计更加贴近现实情况; 其中本优选实施例取  $\sigma = 0.25$ , 设计速度相对提高了 18%, 设计可靠度相对提高了 12%。

[0119] 优选的, 所述计算主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力, 包括以下步骤:

[0120] (1) 往主要构件的顶面缓慢施加竖向荷载, 模拟主要构件实际承受的竖向荷载, 所述竖向荷载为主要构件的设计竖向承载力的 20%;

[0121] (2) 在主要构件的前表面施加预设的爆炸荷载, 分析计算得到主要构件的完整动力响应过程, 其中当主要构件上的所有节点的速度低于  $0.1 \text{ m/s}$  时, 定义结构已达到静力平衡, 停止分析计算;

[0122] (3) 将主要构件的所有节点的速度皆强制设置为 0, 重新向主要构件的顶面施加竖向力直至主要构件倒塌, 得到爆炸荷载损伤后主要构件的竖向力-位移曲线, 根据所述竖向力-位移曲线得到主要构件的剩余竖向承载力。

[0123] 本优选实施例提高了主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力的计算精度。

[0124] 优选的, 在对主要构件进行损伤程度评估前, 先排除其它扰动带来的干扰, 设其它扰动对建筑物带来的损伤为  $H$ , 引入干扰阈值  $G$ , 若  $H > G$ , 则先对干扰进行排除再进行损伤评估。

[0125] 本优选实施例在损伤程度评估前, 引入干扰阈值, 其它扰动进行排除, 增加了设计的可靠度。

[0126] 应用场景 5

[0127] 参见图 1、图 2, 本应用场景中的一个实施例的抗爆多层住宅结构的构建方法, 包括以下步骤:

[0128] (1) 通过计算机辅助设计, 初步构建多层住宅, 并在多层住宅室外楼梯间对应位置增设混凝土剪力墙电梯井筒, 在多层住宅外围墙体外侧设计加固层, 并设计加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋, 从而构建成多层住

宅结构模型；

[0129] (2)对所述多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,若评估合格,多层住宅结构模型满足设计要求,若评估不合格,调整加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式、混凝土剪力墙电梯井筒的厚度和配筋,通过计算机辅助设计重新构建多层住宅结构模型；

[0130] (3)根据评估合格的多层住宅结构模型进行多层住宅结构的施工。

[0131] 本发明上述实施例的建筑屋面施工方法提高了安全性,从而解决了上述技术问题。

[0132] 优选的,所述加固层设计为钢丝网水泥砂浆面层。本优选实施例保证了施工后屋面的防水和保温的性能。

[0133] 优选的,所述加固层设计为单面混凝土板墙。本优选实施例提高了安全性。

[0134] 优选的,所述加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式设计为:加固层与多层住宅外围墙体之间通过化学植筋连接。本优选实施例提高了安全性。

[0135] 优选的,所述加固层与多层住宅外围墙体之间的连接方式设计为:加固层与多层住宅外围墙体之间通过销键加化学植筋连接。本优选实施例提高了安全性。

[0136] 优选的,所述对所述多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,包括以下步骤:

[0137] (1)运用有限元软件LS-DYNA对所述多层住宅结构模型在预设爆炸荷载作用下的动力响应进行数值模拟和数据处理,确定多层住宅结构模型中动力响应最强烈的区域；

[0138] (2)在所述动力响应最强烈的区域中确定多层住宅结构模型的主要构件,建立主要构件的三维有限元模型；

[0139] (3)通过显示动力学分析软件计算主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力,通过MATLAB对主要构件进行损伤程度评估,设置损伤评估系数 $\psi$ ,考虑到爆炸荷载下温度对结构性能参数的影响,引入温度修正系数K,K的取值范围通过试验求得为[0.91, 0.99],考虑到住宅使用对结构性能参数的影响,引入疲劳指数L:

$$[0140] \quad L = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{S_i(1-\sigma) + Q_i\sigma}{Q_i}}{N}$$

[0141] 其中, $S_i$ 为第*i*个主要构件的剩余使用寿命, $Q_i$ 为第*i*个主要构件的设计使用寿命, $\sigma$ 为疲劳因子, $\sigma$ 的取值范围是[0.1,0.3],N表示具有的主要构件的数目；

[0142] 损伤评估系数 $\psi$ 的计算公式为:

$$[0143] \quad \psi = \left( 1 - \frac{P_{y_i}}{KP_i} - T_1 \right) (S_{M_i} - T_2 \times L), \quad i = 1, \dots, N$$

[0144] 其中, $T_1$ 为设定的表示主要构件在爆炸荷载作用后处于轻度损伤时的破坏程度阈值, $T_1 \in [0, 0.2]$ , $P_{y_i}$ 为第*i*个主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力, $P_i$ 为第*i*个主要构件的设计竖向承载力,N表示具有的主要构件的数目, $S_{M_i}$ 为第*i*个主要构件在爆炸荷载作用下的最大位移, $T_2$ 为设定的表示主要构件在爆炸荷载作用后处于轻度损伤时的临界位移值；

[0145] 若损伤评估系数 $\psi < 0$ 时,多层住宅结构模型满足设计要求,若损伤评估系数 $\psi \geq 0$

时,需重新对多层住宅结构设计。

[0146] 本优选实施例对设计的多层住宅结构模型的主要构件进行爆炸荷载作用下的损伤程度评估,取评估合格的多层住宅结构模型进行施工,进一步保证了施工后多层住宅结构的抗爆性能,方法简单,提高了设计的速度,且适用性广;在爆炸荷载作用下的损伤程度评估中,引入温度修正系数,增加了设计的可靠度,引入疲劳指数,使得设计更加贴近现实情况;其中本优选实施例取 $\sigma=0.3$ ,设计速度相对提高了17%,设计可靠度相对提高了14%。

[0147] 优选的,所述计算主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力,包括以下步骤:

[0148] (1)往主要构件的顶面缓慢施加竖向荷载,模拟主要构件实际承受的竖向荷载,所述竖向荷载为主要构件的设计竖向承载力的20%;

[0149] (2)在主要构件的前表面施加预设的爆炸荷载,分析计算得到主要构件的完整动力响应过程,其中当主要构件上的所有节点的速度低于0.1m/s时,定义结构已达到静力平衡,停止分析计算;

[0150] (3)将主要构件的所有节点的速度皆强制设置为0,重新向主要构件的顶面施加竖向力直至主要构件倒塌,得到爆炸荷载损伤后主要构件的竖向力-位移曲线,根据所述竖向力-位移曲线得到主要构件的剩余竖向承载力。

[0151] 本优选实施例提高了主要构件在爆炸荷载作用下的剩余竖向承载力的计算精度。

[0152] 优选的,在对主要构件进行损伤程度评估前,先排除其它扰动带来的干扰,设其它扰动对建筑物带来的损伤为H,引入干扰阈值G,若 $H>G$ ,则先对干扰进行排除再进行损伤评估。

[0153] 本优选实施例在损伤程度评估前,引入干扰阈值,其它扰动进行排除,增加了设计的可靠度。

[0154] 最后应当说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对本发明保护范围的限制,尽管参照较佳实施例对本发明作了详细地说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的实质和范围。

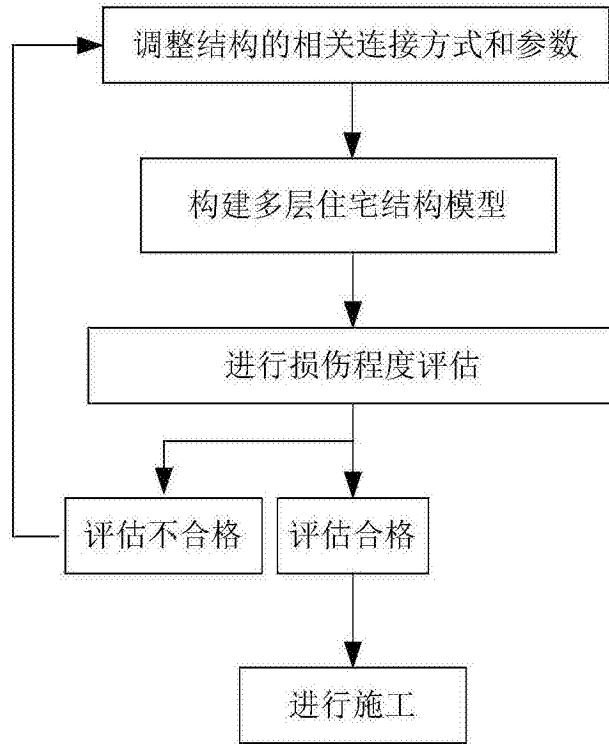


图1

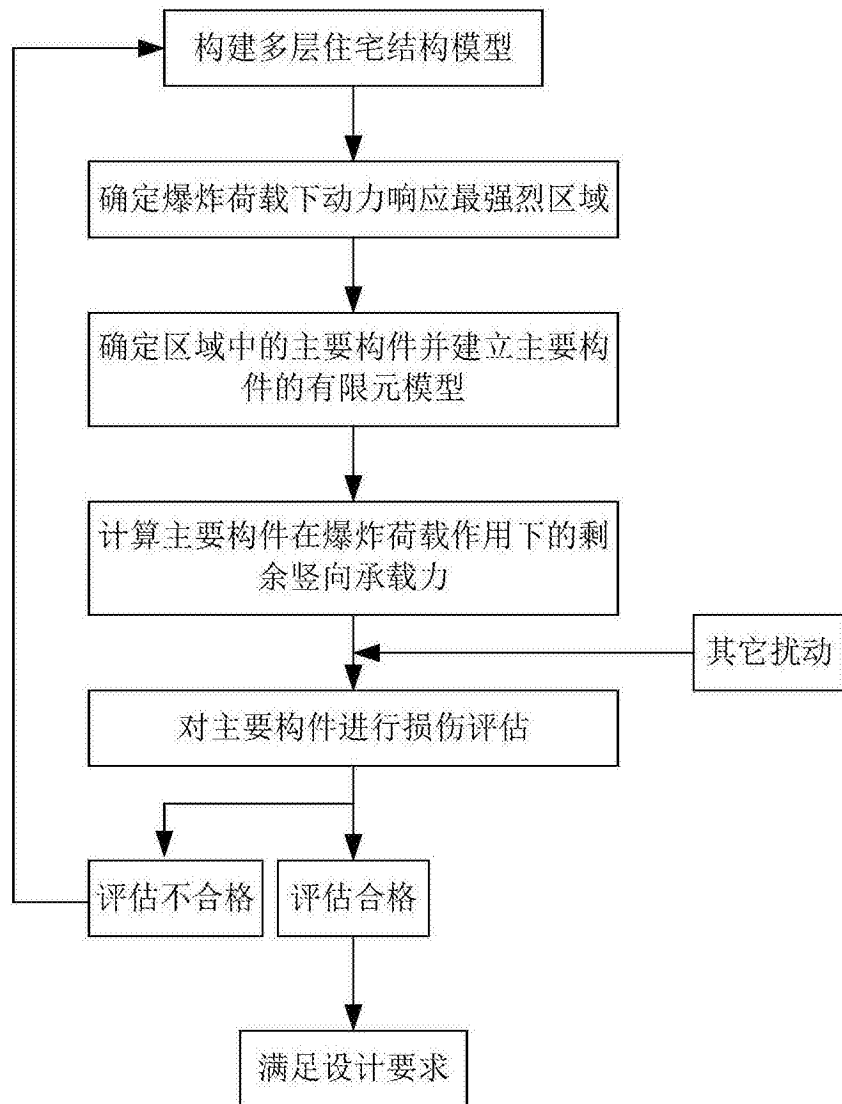


图2