



(21) 申请号 202411724778.7

(22) 申请日 2024.11.28

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 119209331 A

(43) 申请公布日 2024.12.27

(73) 专利权人 广东电网有限责任公司珠海供电局

地址 519000 广东省珠海市香洲区红山路
300号1楼-18楼、20楼、21楼

(72) 发明人 黄毓华 仇炜 李辰 杨鑫

王灿彬 蔡蔚 崔江静 熊婷婷

陈滔 梁育雄

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司
11240

专利代理师 王露玲

(51) Int.Cl.

H02G 1/14 (2006.01)

G06F 30/20 (2020.01)

G06F 113/16 (2020.01)

(56) 对比文件

CN 111682464 A, 2020.09.18

CN 117674006 A, 2024.03.08

审查员 何诚

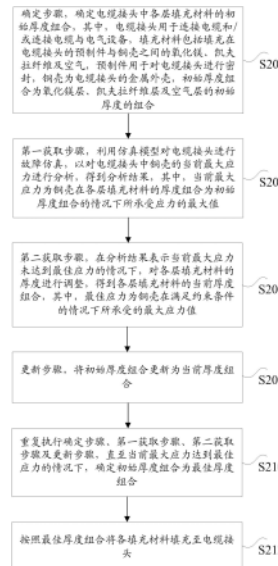
权利要求书3页 说明书15页 附图5页

(54) 发明名称

电缆接头填充方法及装置、电缆接头、计算机程序产品

(57) 摘要

本发明公开了一种电缆接头填充方法及装置、电缆接头、计算机程序产品。其中,该方法包括:确定电缆接头中各层填充材料的初始厚度组合;利用仿真模型对电缆接头进行故障仿真,以对铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果;在分析结果表示当前最大应力未达到最佳应力的情况下,对各层填充材料的厚度进行调整,得到各层填充材料的当前厚度组合;将初始厚度组合更新为当前厚度组合;重复以上步骤,直至当前最大应力达到最佳应力时,确定初始厚度组合为最佳厚度组合;按照最佳厚度组合将各填充材料填充至电缆接头。本发明解决了相关技术中传统的通过外加保护装置避免因电缆接头发生闪爆导致引发火灾的方法存在安装复杂、且便利性较差的技术问题。



1. 一种电缆接头填充方法,其特征在于,包括:

确定步骤,确定电缆接头中各层填充材料的初始厚度组合,其中,所述电缆接头用于连接电缆和/或连接所述电缆与电气设备,所述填充材料包括填充在所述电缆接头的预制件与铜壳之间的氧化镁、凯夫拉纤维及空气,所述预制件用于对所述电缆接头进行密封,所述铜壳为所述电缆接头的金属外壳,所述初始厚度组合为氧化镁层、凯夫拉纤维层及空气层的初始厚度的组合;

其中,确定电缆接头中各层填充材料的初始厚度组合,包括:获取所述电缆接头中所述预制件与所述铜壳之间的填充厚度;确定第一预定厚度为所述氧化镁层的第一初始厚度,所述氧化镁层为利用所述氧化镁进行填充的第一填充层;确定第二预定厚度为所述凯夫拉纤维层的第二初始厚度,所述凯夫拉纤维层为利用所述凯夫拉纤维进行填充的第二填充层;确定第三预定厚度为所述空气层的第三初始厚度,所述第一预定厚度、所述第二预定厚度及所述第三预定厚度的总和与所述填充厚度相同,所述氧化镁层位于所述预制件的上方,所述凯夫拉纤维层位于所述氧化镁层的上方,所述空气层位于所述凯夫拉纤维层的上方、且位于所述铜壳的下方;确定所述第一初始厚度、第二初始厚度及所述第三初始厚度的组合为所述初始厚度组合;

第一获取步骤,利用仿真模型对所述电缆接头进行故障仿真,以对所述电缆接头中所述铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果,其中,所述当前最大应力为所述铜壳在各层所述填充材料的厚度组合为所述初始厚度组合的情况下所承受应力的最大值;

第二获取步骤,在所述分析结果表示所述当前最大应力未达到最佳应力的情况下,对各层所述填充材料的厚度进行调整,得到各层所述填充材料的当前厚度组合,其中,所述最佳应力为所述铜壳在满足约束条件的情况下所承受的最大应力值;

其中,在所述分析结果表示所述当前最大应力未达到最佳应力的情况下,对各层所述填充材料的厚度进行调整,包括:在所述分析结果表示所述当前最大应力大于所述最佳应力的情况下,将所述填充材料中的凯夫拉纤维层增加第一预设厚度,所述凯夫拉纤维层为所述填充材料中的一层所述填充材料;在所述分析结果表示所述当前最大应力小于所述最佳应力的情况下,将所述凯夫拉纤维层减少第二预设厚度,所述第一预设厚度和所述第二预设厚度均由所述当前最大应力和所述最佳应力的第一差值决定;

其中,对各层所述填充材料的厚度进行调整,包括:获取对所述电缆接头进行故障仿真的仿真结果;在所述仿真结果表示所述电缆接头的耐火性能低于耐火性能阈值的情况下,将所述填充材料中的氧化镁层增加第三预设厚度,所述第三预设厚度由所述耐火性能与所述耐火性能阈值之间的第二差值决定,所述氧化镁层为所述填充材料中的一层所述填充材料;在所述仿真结果表示所述电缆接头的缓冲性能低于缓冲性能阈值的情况下,将所述填充材料中的空气层增加第四预设厚度,所述第四预设厚度由所述缓冲性能与所述缓冲性能之间的第三差值决定

更新步骤,将所述初始厚度组合更新为所述当前厚度组合;

重复执行所述确定步骤、所述第一获取步骤、所述第二获取步骤及所述更新步骤,直至所述当前最大应力达到所述最佳应力的情况下,确定所述初始厚度组合为最佳厚度组合;

按照所述最佳厚度组合将各所述填充材料填充至所述电缆接头。

2. 根据权利要求1所述的电缆接头填充方法,其特征在于,在利用仿真模型对所述电缆

接头进行故障仿真,以对所述电缆接头中所述铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果之前,还包括:

获取所述电缆接头的物理结构和材料特性;

将所述物理结构和所述材料特性输入至有限元软件中,以利用所述有限元软件构建所述仿真模型;

根据所述电缆接头需满足的安全标准和需达到的防爆性能确定对所述电缆接头进行故障仿真的边界条件,其中,所述边界条件用于对仿真过程进行约束。

3. 根据权利要求1所述的电缆接头填充方法,其特征在于,利用仿真模型对所述电缆接头进行故障仿真,以对所述电缆接头中所述铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果,包括:

利用所述仿真模型对所述电缆接头进行故障仿真,得到仿真结果;

根据所述仿真结果利用有限元软件对所述铜壳当前承受的应力进行分析,以确定所述铜壳当前承受的所述当前最大应力。

4. 一种电缆接头填充装置,其特征在于,包括:

第一确定单元,用于执行确定步骤,确定电缆接头中各层填充材料的初始厚度组合,其中,所述电缆接头用于连接电缆和/或连接所述电缆与电气设备,所述填充材料包括填充在所述电缆接头的预制件与铜壳之间的氧化镁、凯夫拉纤维及空气,所述预制件用于对所述电缆接头进行密封,所述铜壳为所述电缆接头的金属外壳,所述初始厚度组合为氧化镁层、凯夫拉纤维层及空气层的初始厚度的组合;

其中,所述第一确定单元,包括:第一获取模块,用于获取所述电缆接头中所述预制件与所述铜壳之间的填充厚度;第一确定模块,用于确定第一预定厚度为所述氧化镁层的第一初始厚度,所述氧化镁层为利用所述氧化镁进行填充的第一填充层;第二确定模块,用于确定第二预定厚度为所述凯夫拉纤维层的第二初始厚度,所述凯夫拉纤维层为利用所述凯夫拉纤维进行填充的第二填充层;第三确定模块,用于确定第三预定厚度为所述空气层的第三初始厚度,所述第一预定厚度、所述第二预定厚度及所述第三预定厚度的总和与所述填充厚度相同,所述氧化镁层位于所述预制件的上方,所述凯夫拉纤维层位于所述氧化镁层的上方,所述空气层位于所述凯夫拉纤维层的上方、且位于所述铜壳的下方;第四确定模块,用于确定所述第一初始厚度、第二初始厚度及所述第三初始厚度的组合为所述初始厚度组合;

第一获取单元,用于执行第一获取步骤,利用仿真模型对所述电缆接头进行故障仿真,以对所述电缆接头中所述铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果,其中,所述当前最大应力为所述铜壳在各层所述填充材料的厚度组合为所述初始厚度组合的情况下所承受应力的最大值;

第二获取单元,用于执行第二获取步骤,在所述分析结果表示所述当前最大应力未达到最佳应力的情况下,对各层所述填充材料的厚度进行调整,得到各层所述填充材料的当前厚度组合,其中,所述最佳应力为所述铜壳在满足约束条件的情况下所承受的最大应力值;

其中,所述第二获取单元,包括:第一调整模块,用于在所述分析结果表示所述当前最大应力大于所述最佳应力的情况下,将所述填充材料中的凯夫拉纤维层增加第一预设厚

度,所述凯夫拉纤维层为所述填充材料中的一层所述填充材料;第二调整模块,用于在所述分析结果表示所述当前最大应力小于所述最佳应力的情况下,将所述凯夫拉纤维层减少第二预设厚度,所述第一预设厚度和所述第二预设厚度均由所述当前最大应力和所述最佳应力的第一差值决定;

所述第二获取单元还包括:第三获取模块,用于获取对所述电缆接头进行故障仿真的仿真结果;第三调整模块,用于在所述仿真结果表示所述电缆接头的耐火性能低于耐火性能阈值的情况下,将所述填充材料中的氧化镁层增加第三预设厚度,所述第三预设厚度由所述耐火性能与所述耐火性能阈值之间的第二差值决定,所述氧化镁层为所述填充材料中的一层所述填充材料;第四调整模块,用于在所述仿真结果表示所述电缆接头的缓冲性能低于缓冲性能阈值的情况下,将所述填充材料中的空气层增加第四预设厚度,所述第四预设厚度由所述缓冲性能与所述缓冲性能之间的第三差值决定;

更新单元,用于执行更新步骤,将所述初始厚度组合更新为所述当前厚度组合;

第二确定单元,用于重复执行所述确定步骤、所述第一获取步骤、所述第二获取步骤及所述更新步骤,直至所述当前最大应力达到所述最佳应力的情况下,确定所述初始厚度组合为最佳厚度组合;

填充单元,用于按照所述最佳厚度组合将各所述填充材料填充至所述电缆接头。

5.一种电缆接头,其特征在于,所述电缆接头使用上述权利要求1至3中任一项所述的电缆接头填充方法。

6.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质包括存储的程序,其中,所述程序执行权利要求1至3中任意一项所述的电缆接头填充方法。

7.一种计算机程序产品,包括计算机指令,其特征在于,所述计算机指令被处理器执行时执行权利要求1至3中任意一项所述的电缆接头填充方法。

电缆接头填充方法及装置、电缆接头、计算机程序产品

技术领域

[0001] 本发明涉及电缆接头安全技术领域,具体而言,涉及一种电缆接头填充方法及装置、电缆接头、计算机程序产品。

背景技术

[0002] 近年来,随着城市地下电网、发电厂、变电站等场所的电缆工程快速扩张,高压电力电缆及其接头的故障频率逐渐增加,严重影响了电网的安全可靠运行。一些重大电网事故的发生往往源于电缆故障,给经济带来了巨大损失,社会影响也非常严重。电缆接头作为高压电力电缆运行的薄弱环节,一旦发生故障,可能导致严重的电力事故,如击穿爆炸等。

[0003] 当电缆接头发生短路时,电弧击穿预制件和填充材料,最终穿透铜壳并引发爆炸。在电弧击穿预制件的过程中,预制件和填充材料发生热裂解;预制件通常采用硅橡胶或乙丙橡胶,填充材料则多为环氧树脂类,其热解产物包括甲烷、乙烷、乙烯、丙烷、丙烯、异丁烷、正丁烷、氢气、一氧化碳和二氧化碳;在高温电弧的作用下,大分子烷烃类气体会继续被热解成氢气、甲烷等小分子气体;甲烷、一氧化碳、氢气等易燃气体在高温电弧的加热下膨胀,并与电弧一起形成高温高压的等离子体。一旦电缆接头的铜壳爆炸,这些易燃易爆气体就会在电缆隧道内迅速膨胀并与空气充分混合;当易燃易爆气体扩散到一定程度并与氧气充分接触时,就会发生闪爆。这种闪爆会引燃电缆接头周围的电缆和其他可燃物,从而引发电缆隧道的火灾。

[0004] 目前,针对220kV电缆中间接头爆炸问题的防爆防火措施主要是在接头外加保护装置,虽然这些保护装置具有优良的防爆防火性能,但增加了保护装置会影响接头的散热,降低电缆的载流量,而且装置体积较大,增加了成本,给施工带来了不便。

[0005] 针对上述相关技术中传统的通过外加保护装置避免因电缆接头发生闪爆导致引发火灾的方法存在安装复杂、且便利性较差的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供了一种电缆接头填充方法及装置、电缆接头、计算机程序产品,以至少解决相关技术中传统的通过外加保护装置避免因电缆接头发生闪爆导致引发火灾的方法存在安装复杂、且便利性较差的技术问题。

[0007] 根据本发明实施例的一个方面,提供了一种电缆接头填充方法,包括:确定步骤,确定电缆接头中各层填充材料的初始厚度组合,其中,所述电缆接头用于连接电缆和/或连接所述电缆与电气设备,所述填充材料包括填充在所述电缆接头的预制件与铜壳之间的氧化镁、凯夫拉纤维及空气,所述预制件用于对所述电缆接头进行密封,所述铜壳为所述电缆接头的金属外壳,所述初始厚度组合为氧化镁层、凯夫拉纤维层及空气层的初始厚度的组合;第一获取步骤,利用仿真模型对所述电缆接头进行故障仿真,以对所述电缆接头中所述铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果,其中,所述当前最大应力为所述铜壳在各层所述填充材料的厚度组合为所述初始厚度组合的情况下所承受应力的最大值;第二获取步

骤,在所述分析结果表示所述当前最大应力未达到最佳应力的情况下,对各层所述填充材料的厚度进行调整,得到各层所述填充材料的当前厚度组合,其中,所述最佳应力为所述铜壳在满足约束条件的情况下所承受的最大应力值;更新步骤,将所述初始厚度组合更新为所述当前厚度组合;重复执行所述确定步骤、所述第一获取步骤、所述第二获取步骤及所述更新步骤,直至所述当前最大应力达到所述最佳应力的情况下,确定所述初始厚度组合为最佳厚度组合;按照所述最佳厚度组合将各所述填充材料填充至所述电缆接头。

[0008] 可选地,确定电缆接头中各层填充材料的初始厚度组合,包括:获取所述电缆接头中所述预制件与所述铜壳之间的填充厚度;确定第一预定厚度为所述氧化镁层的第一初始厚度,其中,所述氧化镁层为利用所述氧化镁进行填充的第一填充层;确定第二预定厚度为所述凯夫拉纤维层的第二初始厚度,其中,所述凯夫拉纤维层为利用所述凯夫拉纤维进行填充的第二填充层;确定第三预定厚度为所述空气层的第三初始厚度,其中,所述第一预定厚度、所述第二预定厚度及所述第三预定厚度的总和与所述填充厚度相同,所述氧化镁层位于所述预制件的上方,所述凯夫拉纤维层位于所述氧化镁层的上方,所述空气层位于所述凯夫拉纤维层的上方、且位于所述铜壳的下方;确定所述第一初始厚度、第二初始厚度及所述第三初始厚度的组合为所述初始厚度组合。

[0009] 可选地,在利用仿真模型对所述电缆接头进行故障仿真,以对所述电缆接头中所述铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果之前,该电缆接头填充方法还包括:获取所述电缆接头的物理结构和材料特性;将所述物理结构和所述材料特性输入至有限元软件中,以利用所述有限元软件构建所述仿真模型;根据所述电缆接头需满足的安全标准和需达到的防爆性能确定对所述电缆接头进行故障仿真的边界条件,其中,所述边界条件用于对仿真过程进行约束。

[0010] 可选地,利用仿真模型对所述电缆接头进行故障仿真,以对所述电缆接头中所述铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果,包括:利用所述仿真模型对所述电缆接头进行故障仿真,得到仿真结果;根据所述仿真结果利用有限元软件对所述铜壳当前承受的应力进行分析,以确定所述铜壳当前承受的所述当前最大应力。

[0011] 可选地,在所述分析结果表示所述当前最大应力未达到最佳应力的情况下,对各层所述填充材料的厚度进行调整,包括:在所述分析结果表示所述当前最大应力大于所述最佳应力的情况下,将所述填充材料中的凯夫拉纤维层增加第一预设厚度,其中,所述凯夫拉纤维层为所述填充材料中的一层所述填充材料;在所述分析结果表示所述当前最大应力小于所述最佳应力的情况下,将所述凯夫拉纤维层减少第二预设厚度,其中,所述第一预设厚度和所述第二预设厚度均由所述当前最大应力和所述最佳应力的第一差值决定。

[0012] 可选地,对各层所述填充材料的厚度进行调整,包括:获取对所述电缆接头进行故障仿真的仿真结果;在所述仿真结果表示所述电缆接头的耐火性能低于耐火性能阈值的情况下,将所述填充材料中的氧化镁层增加第三预设厚度,其中,所述第三预设厚度由所述耐火性能与所述耐火性能阈值之间的第二差值决定,所述氧化镁层为所述填充材料中的一层所述填充材料;在所述仿真结果表示所述电缆接头的缓冲性能低于缓冲性能阈值的情况下,将所述填充材料中的空气层增加第四预设厚度,其中,所述第四预设厚度由所述缓冲性能与所述缓冲性能之间的第三差值决定。

[0013] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种电缆接头填充装置,包括:第一确定

单元,用于执行确定步骤,确定电缆接头中各层填充材料的初始厚度组合,其中,所述电缆接头用于连接电缆和/或连接所述电缆与电气设备,所述填充材料包括填充在所述电缆接头的预制件与铜壳之间的氧化镁、凯夫拉纤维及空气,所述预制件用于对所述电缆接头进行密封,所述铜壳为所述电缆接头的金属外壳,所述初始厚度组合为氧化镁层、凯夫拉纤维层及空气层的初始厚度的组合;第一获取单元,用于执行第一获取步骤,利用仿真模型对所述电缆接头进行故障仿真,以对所述电缆接头中所述铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果,其中,所述当前最大应力为所述铜壳在各层所述填充材料的厚度组合为所述初始厚度组合的情况下所承受应力的最大值;第二获取单元,用于执行第二获取步骤,在所述分析结果表示所述当前最大应力未达到最佳应力的情况下,对各层所述填充材料的厚度进行调整,得到各层所述填充材料的当前厚度组合,其中,所述最佳应力为所述铜壳在满足约束条件的情况下所承受的最大应力值;更新单元,用于执行更新步骤,将所述初始厚度组合更新为所述当前厚度组合;第二确定单元,用于重复执行所述确定步骤、所述第一获取步骤、所述第二获取步骤及所述更新步骤,直至所述当前最大应力达到所述最佳应力的情况下,确定所述初始厚度组合为最佳厚度组合;填充单元,用于按照所述最佳厚度组合将各所述填充材料填充至所述电缆接头。

[0014] 可选地,所述第一确定单元,包括:第一获取模块,用于获取所述电缆接头中所述预制件与所述铜壳之间的填充厚度;第一确定模块,用于确定第一预定厚度为所述氧化镁层的第一初始厚度,其中,所述氧化镁层为利用所述氧化镁进行填充的第一填充层;第二确定模块,用于确定第二预定厚度为所述凯夫拉纤维层的第二初始厚度,其中,所述凯夫拉纤维层为利用所述凯夫拉纤维进行填充的第二填充层;第三确定模块,用于确定第三预定厚度为所述空气层的第三初始厚度,其中,所述第一预定厚度、所述第二预定厚度及所述第三预定厚度的总和与所述填充厚度相同,所述氧化镁层位于所述预制件的上方,所述凯夫拉纤维层位于所述氧化镁层的上方,所述空气层位于所述凯夫拉纤维层的上方、且位于所述铜壳的下方;第四确定模块,用于确定所述第一初始厚度、第二初始厚度及所述第三初始厚度的组合为所述初始厚度组合。

[0015] 可选地,该电缆接头填充装置还包括:第三获取单元,用于在利用仿真模型对所述电缆接头进行故障仿真,以对所述电缆接头中所述铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果之前,获取所述电缆接头的物理结构和材料特性;构建单元,用于将所述物理结构和所述材料特性输入至有限元软件中,以利用所述有限元软件构建所述仿真模型;第三确定单元,用于根据所述电缆接头需满足的安全标准和需达到的防爆性能确定对所述电缆接头进行故障仿真的边界条件,其中,所述边界条件用于对仿真过程进行约束。

[0016] 可选地,所述第一获取单元,包括:第二获取模块,用于利用所述仿真模型对所述电缆接头进行故障仿真,得到仿真结果;第五确定模块,用于根据所述仿真结果利用有限元软件对所述铜壳当前承受的应力进行分析,以确定所述铜壳当前承受的所述当前最大应力。

[0017] 可选地,所述第二获取单元,包括:第一调整模块,用于在所述分析结果表示所述当前最大应力大于所述最佳应力的情况下,将所述填充材料中的凯夫拉纤维层增加第一预设厚度,其中,所述凯夫拉纤维层为所述填充材料中的一层所述填充材料;第二调整模块,用于在所述分析结果表示所述当前最大应力小于所述最佳应力的情况下,将所述凯夫拉纤

维层减少第二预设厚度,其中,所述第一预设厚度和所述第二预设厚度均由所述当前最大应力和所述最佳应力的第一差值决定。

[0018] 可选地,所述第二获取单元,包括:第三获取模块,用于获取对所述电缆接头进行故障仿真的仿真结果;第三调整模块,用于在所述仿真结果表示所述电缆接头的耐火性能低于耐火性能阈值的情况下,将所述填充材料中的氧化镁层增加第三预设厚度,其中,所述第三预设厚度由所述耐火性能与所述耐火性能阈值之间的第二差值决定,所述氧化镁层为所述填充材料中的一层所述填充材料;第四调整模块,用于在所述仿真结果表示所述电缆接头的缓冲性能低于缓冲性能阈值的情况下,将所述填充材料中的空气层增加第四预设厚度,其中,所述第四预设厚度由所述缓冲性能与所述缓冲性能之间的第三差值决定。

[0019] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种电缆接头,所述电缆接头使用上述任一种所述的电缆接头填充方法。

[0020] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质包括存储的程序,其中,所述程序执行上述任意一种所述的电缆接头填充方法。

[0021] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种处理器,所述处理器用于运行程序,其中,所述程序运行时执行上述任意一种所述的电缆接头填充方法。

[0022] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种计算机程序产品,包括计算机指令,所述计算机指令被处理器执行时执行上述任意一种所述的电缆接头填充方法。

[0023] 在本发明实施例中,确定步骤,确定电缆接头中各层填充材料的初始厚度组合,其中,电缆接头用于连接电缆和/或连接电缆与电气设备,填充材料包括填充在电缆接头的预制件与铜壳之间的氧化镁、凯夫拉纤维及空气,预制件用于对电缆接头进行密封,铜壳为电缆接头的金属外壳,初始厚度组合为氧化镁层、凯夫拉纤维层及空气层的初始厚度的组合;第一获取步骤,利用仿真模型对电缆接头进行故障仿真,以对电缆接头中铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果,其中,当前最大应力为铜壳在各层填充材料的厚度组合为初始厚度组合的情况下所承受应力的最大值;第二获取步骤,在分析结果表示当前最大应力未达到最佳应力的情况下,对各层填充材料的厚度进行调整,得到各层填充材料的当前厚度组合,其中,最佳应力为铜壳在满足约束条件的情况下所承受的最大应力值;更新步骤,将初始厚度组合更新为当前厚度组合;重复执行确定步骤、第一获取步骤、第二获取步骤及更新步骤,直至当前最大应力达到最佳应力的情况下,确定初始厚度组合为最佳厚度组合;按照最佳厚度组合将各填充材料填充至电缆接头。通过以上技术方案,达到了通过进行仿真以不断试验出各层填充材料的最佳厚度组合,并按照该最佳厚度组合将各填充材料填充至电缆接头的目的,实现了通过选择耐火和具有防爆性能的填充材料对电缆接头进行填充以避免因电缆接头发生闪爆导致引发火灾的技术效果,提升了电缆接头的安全性、便利性及易安装性,进而解决了相关技术中传统的通过外加保护装置避免因电缆接头发生闪爆导致引发火灾的方法存在安装复杂、且便利性较差的技术问题。

附图说明

[0024] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

- [0025] 图1是本发明实施例的一种电缆接头填充方法的移动终端的硬件结构框图；
- [0026] 图2是根据本发明实施例的电缆接头填充方法的流程图；
- [0027] 图3是根据本发明实施例的电缆接头中填充材料的示意图；
- [0028] 图4是根据本发明实施例的电缆接头填充方法的流程图；
- [0029] 图5是根据本发明实施例的对电缆接头进行故障仿真的流程图；
- [0030] 图6是根据本发明实施例的对电缆接头进行故障仿真的示意图；
- [0031] 图7是根据本发明实施例的电缆接头填充装置的示意图。

具体实施方式

[0032] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,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的实施例,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,都应当属于本发明保护的范围。

[0033] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排除他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0034] 正如背景技术中所介绍的,相关技术中传统的通过外加保护装置避免因电缆接头发生闪爆导致引发火灾的方法存在安装复杂、且便利性较差。针对以上缺陷,在本发明的实施例中提供了一种电缆接头填充方法及装置、电缆接头、计算机程序产品。

[0035] 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。

[0036] 本发明实施例中所提供的方法实施例可以在移动终端、计算机终端或者类似的运算装置中执行。以运行在移动终端上为例,图1是本发明实施例的一种电缆接头填充方法的移动终端的硬件结构框图。如图1所示,移动终端可以包括一个或多个(图1中仅示出一个)处理器102(处理器102可以包括但不限于微处理器MCU或可编程逻辑器件FPGA等的处理装置)和用于存储数据的存储器104,其中,上述移动终端还可以包括用于通信功能的传输设备106以及输入输出设备108。本领域普通技术人员可以理解,图1所示的结构仅为示意,其并不对上述移动终端的结构造成限定。例如,移动终端还可包括比图1中所示更多或者更少的组件,或者具有与图1所示不同的配置。

[0037] 存储器104可用于存储计算机程序,例如,应用程序的软件程序以及模块,如本发明实施例中的电缆接头填充方法对应的计算机程序,处理器102通过运行存储在存储器104内的计算机程序,从而执行各种功能应用以及数据处理,即实现上述的方法。存储器104可包括高速随机存储器,还可包括非易失性存储器,如一个或者多个磁性存储装置、闪存、或者其他非易失性固态存储器。在一些实例中,存储器104可进一步包括相对于处理器102远

程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至移动终端。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。传输设备106用于经由一个网络接收或者发送数据。上述的网络具体实例可包括移动终端的通信供应商提供的无线网络。在一个实例中,传输设备106包括一个网络适配器(Network Interface Controller,简称为NIC),其可通过基站与其他网络设备相连从而可与互联网进行通讯。在一个实例中,传输设备106可以为射频(Radio Frequency,简称为RF)模块,其用于通过无线方式与互联网进行通讯。

[0038] 根据本发明实施例,提供了一种电缆接头填充方法的方法实施例,需要说明的是,在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行,并且,虽然在流程图中示出了逻辑顺序,但是在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

[0039] 图2是根据本发明实施例的电缆接头填充方法的流程图,如图2所示,该方法包括如下步骤:

[0040] 步骤S202,确定步骤,确定电缆接头中各层填充材料的初始厚度组合,其中,电缆接头用于连接电缆和/或连接电缆与电气设备,填充材料包括填充在电缆接头的预制件与铜壳之间的氧化镁、凯夫拉纤维及空气,预制件用于对电缆接头进行密封,铜壳为电缆接头的金属外壳,初始厚度组合为氧化镁层、凯夫拉纤维层及空气层的初始厚度的组合。

[0041] 在该实施例中,可以先初步确定一种将多种填充材料填充至电缆接头中时各层填充材料的初始厚度组合,之后通过仿真不断进行试验,以得到能使电缆接头在符合安全标准下尽可能达到最优防爆防火性能的最佳厚度组合。

[0042] 根据本发明上述实施例,在上述步骤S202中,确定电缆接头中各层填充材料的初始厚度组合,包括:获取电缆接头中预制件与铜壳之间的填充厚度;确定第一预定厚度为氧化镁层的第一初始厚度,其中,氧化镁层为利用氧化镁进行填充的第一填充层;确定第二预定厚度为凯夫拉纤维层的第二初始厚度,其中,凯夫拉纤维层为利用凯夫拉纤维进行填充的第二填充层;确定第三预定厚度为空气层的第三初始厚度,其中,第一预定厚度、第二预定厚度及第三预定厚度的总和与填充厚度相同,氧化镁层位于预制件的上方,凯夫拉纤维层位于氧化镁层的上方,空气层位于凯夫拉纤维层的上方、且位于铜壳的下方;确定第一初始厚度、第二初始厚度及第三初始厚度的组合为初始厚度组合。

[0043] 下面结合图3对本发明上述实施例进行详细说明,图3是根据本发明实施例的电缆接头中填充材料的示意图。

[0044] 如图3所示,在该实施例中,不再使用传统的填充胶作为电缆接头中预制件与铜壳之间的填充材料,而是改用氧化镁填充,并再在氧化镁外包覆一层凯夫拉纤维,在凯夫拉纤维与铜壳间预留出一定厚度的空气,以此将氧化镁、凯夫拉纤维及空气作为填充材料填充在电缆接头的预制件与铜壳之间,由于氧化镁不仅具有良好的绝缘性,且具有良好的阻燃性,氧化镁不仅能快速升华吸热,氧化镁分子还能与预制件热解产物中的活性基团反应,将氢、氧自由基催化成水,通过不断仿真确定这三种填充材料的最佳厚度组合,即可很好地提升电缆接头的防火防爆性能。

[0045] 步骤S204,第一获取步骤,利用仿真模型对电缆接头进行故障仿真,以对电缆接头中铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果,其中,当前最大应力为铜壳在各层填充材

料的厚度组合为初始厚度组合的情况下所承受应力的最大值。

[0046] 一般来说,在电缆接头发生短路时,电弧会击穿预制件和填充材料,最终穿透铜壳而引发爆炸;在电弧击穿预制件的过程中,预制件和填充材料发生热裂解,预制件通常采用硅橡胶或乙丙橡胶,填充材料则多为环氧树脂类,其热解产物包括甲烷、乙烷、乙烯、丙烷、丙烯、异丁烷、正丁烷、氢气、一氧化碳和二氧化碳,在高温电弧的作用下,大分子烷烃类气体会继续被热解成氢气、甲烷等小分子气体;而甲烷、一氧化碳、氢气等易燃气体在高温电弧的加热下膨胀,并与电弧一起形成高温高压的等离子体,一旦电缆接头的铜壳爆炸,这些易燃易爆气体就会在电缆隧道内迅速膨胀并与空气充分混合;当易燃易爆气体扩散到一定程度并与氧气充分接触时,就会发生闪爆,这种闪爆会引燃电缆接头周围的电缆和其他可燃物,从而引发电缆隧道的火灾。

[0047] 在该实施例中,将氧化镁、凯夫拉纤维及空气作为填充材料填充在电缆接头的预制件与铜壳之间,具有以下好处:1)氧化镁具有优良的绝缘性和阻燃性,能够在高温下快速升华并吸收大量热量,有助于降低电缆接头的温度,减少热解产物的生成;2)氧化镁分子还能与预制件热解产物中的活性基团反应,将氢、氧自由基催化成水,进一步降低了电缆接头内部的可燃气体浓度,从而有效抑制了气体爆炸的风险;3)凯夫拉纤维具有很高的强度和韧性,能够在电缆接头发生短路时吸收由电弧产生的高温高压气体的冲击力,防止铜壳因压力过大而炸裂;4)凯夫拉层的存在为高压气体提供了一个形变空间,避免了气体直接作用于铜壳,从而提高了电缆接头的防爆性能;5)在凯夫拉纤维与电缆接头铜壳之间预留一定厚度的空气层,可以作为缓冲区,减少高压气体对铜壳的直接冲击;6)空气层的存在也为凯夫拉纤维提供了形变空间,使其在吸收冲击时不会立即接触到铜壳,从而避免了铜壳因受力过大而破裂。

[0048] 因此,可以通过对填充了氧化镁、凯夫拉纤维及空气的电缆接头进行短路故障仿真,以此来分析出能使铜壳在符合安全标准下尽可能达到最大承受应力的最佳厚度组合。

[0049] 根据本发明上述实施例,在上述步骤S204之前,在利用仿真模型对电缆接头进行故障仿真,以对电缆接头中铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果之前,该电缆接头填充方法还包括:获取电缆接头的物理结构和材料特性;将物理结构和材料特性输入至有限元软件中,以利用有限元软件构建仿真模型;根据电缆接头需满足的安全标准和需达到的防爆性能确定对电缆接头进行故障仿真的边界条件,其中,边界条件用于对仿真过程进行约束。

[0050] 下面结合图4对本发明上述实施例进行详细说明,图4是根据本发明实施例的电缆接头填充方法的流程图。

[0051] 具体地,如图4所示,可以将电缆接头的物理结构和材料特性输入至有限元软件中,以构建一个对电缆接头的短路故障进行仿真的仿真模型;另外,为了尽可能确保仿真的准确性和可行性,可以根据电缆接头需满足的安全标准和需达到的防爆性能设定仿真的边界条件,以对仿真过程进行约束,从而保证按照最后得到的最佳厚度组合将各填充材料进行填充的电缆接头是符合安全标准的、且可以尽可能地达到较优的防爆防火性能;这里设定的边界条件可以包括但不限于:1)温度边界条件:设定电缆接头周围环境的温度,例如设定室温条件或是特定高温环境;2)热流边界条件:模拟电缆接头在工作时的热流情况,设定热流进入或离开接头的边界;3)压力边界条件:在电缆接头受到压力时,设定压力的大小和

方向;4) 电场边界条件:当考虑电弧击穿问题时,需要设定电场强度和方向;5) 材料属性:包括导热系数、热容、密度、热膨胀系数等物理性质;6) 初始条件:设定仿真开始时系统内各点的温度、压力等状态;7) 几何边界条件:指明仿真区域内的各几何边界,比如电缆接头的尺寸和形状;8) 约束条件:如固定边界、对称边界、自由边界等,这些约束条件用于模拟接头在实际工作状态下的约束情况;9) 热源模型:在仿真中模拟电弧产生的热源,需要设定热源的位置、大小和作用时间;10) 流体动力学边界条件:如果涉及到流体流动,需要设定流体的入口速度、出口压力等。

[0052] 根据本发明上述实施例,在上述步骤S204中,利用仿真模型对电缆接头进行故障仿真,以对电缆接头中铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果,包括:利用仿真模型对电缆接头进行故障仿真,得到仿真结果;根据仿真结果利用有限元软件对铜壳当前承受的应力进行分析,以确定铜壳当前承受的当前最大应力。

[0053] 在该实施例中,可以利用仿真模型对填充了氧化镁、凯夫拉纤维及空气的电缆接头进行短路故障仿真,由于铜壳破裂后可能就会引发爆炸和火灾,所以在仿真过程中可以着重对铜壳在氧化镁、凯夫拉纤维及空气的初始厚度组合下可以承受的最大应力进行分析,以此根据仿真得到的铜壳当前承受的当前最大应力来对氧化镁、凯夫拉纤维及空气的厚度组合不断进行调整,从而得到最佳厚度组合(即图4所示的符合安全裕度的试验组)。

[0054] 需要说明的是,在不断进行仿真的过程中,初始厚度组合的值是实时更新的,会在每次对各填充材料的厚度进行调整之后,将调整后得到的各层填充填料的当前厚度组合对初始厚度组合原来的值进行替换,以保证不会重复对相同厚度组合下填充的电缆接头进行仿真,避免重复工作。

[0055] 下面结合图5和图6对本发明上述实施例进行详细说明,图5是根据本发明实施例的对电缆接头进行故障仿真的流程图;图6是根据本发明实施例的对电缆接头进行故障仿真的示意图。

[0056] 如图5所示,在对电缆接头进行短路故障仿真时,可以电弧能量等效为椭球形热源,直接对硅橡胶预制件传热,硅橡胶预制件升温热解成高温高压气体,高温气体对氧化镁传热,氧化镁升温气化吸热;高压气体冲击凯夫拉层,造成凯夫拉纤维拉伸形变,挤压空气,进而对铜壳产生应力。

[0057] 如图6所示,可以利用有限元计算软件对上述过程进行仿真计算,通过固体与流体传热、流体力学、固体力学计算铜壳承受最大应力,具体过程如下:

[0058] 1) 热传导方程: $\rho_1 C_p \frac{\partial T}{\partial t} + \rho_1 C_p \mathbf{u} \cdot \nabla T + q_1 = Q$, $q_1 = -k \nabla T$, 式中, k 为导热系数、 T 为温度、 ρ_1 为材料密度、 C_p 为常压热容、 Q 为热源能量, $\mathbf{u}$ 表示流体速度, q_1 表示单位体积内的热生成率,即单位体积内由于化学反应、核反应、电流通过或其他过程产生的热量, $\rho_1 C_p \mathbf{u} \cdot \nabla T$ 为速度矢量的对流项、表示由于流体的运动而引起的温度变化;

[0059] 2) 流体力学方程: $\rho_2 \left(\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} \right) = -\nabla p + \nabla \cdot \left(\mu (\nabla \mathbf{u} + (\nabla \mathbf{u})^T) - \frac{2}{3} \mu (\nabla \cdot \mathbf{u}) \mathbf{I} \right) + \mathbf{F}$, 式中, ρ_2 为流体密度, q 表示热流量, μ 为流体动力黏度, $\mathbf{F}$ 为体积力, $\mathbf{u}$ 为流体速度, p 表示流体压力, $\mathbf{I}$ 为单位向量;

$$[0060] \quad 3) \text{ 固体力学方程: } \begin{cases} d_f = d_s \\ q_f = q_s \\ T_f = T_s \\ \tau_f \cdot n_f = \tau_s \cdot n_s \end{cases}, \text{ 式中, } \tau \text{ 表示应力, } d \text{ 表示位移, } q \text{ 表示热流量, } n$$

表示单位外法向量,下标f表示流体,下标s表示固体,这里的 n_f 表示流体一侧的单位外法向量,在流体与固体接触的界面上,这个向量指向流体的外部,垂直于接触面, n_s 表示固体一侧的单位外法向量,在流体与固体接触的界面上,这个向量指向固体的外部,垂直于接触面;

$$[0061] \quad 4) \text{ 化学反应速率方程: } \begin{cases} \frac{\partial \rho_2}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho_2 v) = \dot{\gamma} \\ \rho_2 \frac{Dv}{Dt} = -\nabla p + \mu \nabla^2 v + \rho_2 g \\ \rho_2 C_p \left(\frac{\partial T}{\partial t} + v \cdot \nabla T \right) = \nabla \cdot (k \nabla T) + Q + \dot{\gamma} \Delta H \end{cases}, \dot{\gamma} \text{ 表示反应速}$$

率,g表示重力加速度, ΔH 表示反应焓变。

[0062] 步骤S206,第二获取步骤,在分析结果表示当前最大应力未达到最佳应力的情况下,对各层填充材料的厚度进行调整,得到各层填充材料的当前厚度组合,其中,最佳应力为铜壳在满足约束条件的情况下所承受的最大应力值。

[0063] 在该实施例中,若铜壳在氧化镁、凯夫拉纤维及空气的初始厚度组合下可以承受的最大应力未达到最佳应力,可以相应地对各层填充材料的厚度进行调整。

[0064] 需要说明的是,这里的最佳应力并不是提前设定好的一个值,而是在不断试验的过程中得到的,假设经过大量实验所得到的铜壳可以承受的最高应力趋于某个值,或趋于某个极小的应力值区间,则可以近似认为该最高应力值即为最佳应力。根据本发明上述实施例,在上述步骤S206中,在分析结果表示当前最大应力未达到最佳应力的情况下,对各层填充材料的厚度进行调整,包括:在分析结果表示当前最大应力大于最佳应力的情况下,将填充材料中的凯夫拉纤维层增加第一预设厚度,其中,凯夫拉纤维层为填充材料中的一层填充材料;在分析结果表示当前最大应力小于最佳应力的情况下,将凯夫拉纤维层减少第二预设厚度,其中,第一预设厚度和第二预设厚度均由当前最大应力和最佳应力的第一差值决定。

[0065] 具体地,如果仿真结果显示铜壳承受的应力过高,说明当前凯夫拉层的厚度不足以有效分散或吸收冲击能量,理想的应力水平应该低于铜壳材料的屈服强度或破坏强度,以保证铜壳在极端条件下不会发生破裂,因此可以增加凯夫拉纤维层的厚度可以提高其抗冲击能力,分散和吸收更多的冲击力,从而降低铜壳承受的应力;相应地,如果仿真结果显示通过承受的应力较低,不足以达到比较好的防火防爆性能,可以适当减少凯夫拉纤维层的厚度。

[0066] 根据本发明上述实施例,在上述步骤S206中,对各层填充材料的厚度进行调整,包括:获取对电缆接头进行故障仿真的仿真结果;在仿真结果表示电缆接头的耐火性能低于耐火性能阈值的情况下,将填充材料中的氧化镁层增加第三预设厚度,其中,第三预设厚度由耐火性能与耐火性能阈值之间的第二差值决定,氧化镁层为填充材料中的一层填充材料;在仿真结果表示电缆接头的缓冲性能低于缓冲性能阈值的情况下,将填充材料中的空

气层增加第四预设厚度,其中,第四预设厚度由缓冲性能与缓冲性能之间的第三差值决定。

[0067] 具体地,对电缆接头进行短路故障仿真的过程中,不仅仅是对铜壳承受的应力这一衡量防爆性能的重要指标进行分析,也会对电缆接头中氧化镁层的耐火性能和空气层的缓冲性能进行分析;如果仿真结果显示耐火性能不足,可能是由于氧化镁层的厚度不足以提供足够的吸热和阻燃效果,在确保电缆接头的耐火性能的前提下,氧化镁层应有足够的厚度以吸收足够的热量并减少热解产物中的自由基,从而降低铜壳的热应力,因此可以增加氧化镁层的厚度可以提高其阻燃效果和吸热性能,有助于在发生故障时快速吸收热量,减少热解产物对铜壳的热冲击;如果仿真结果显示缓冲效果不足,可能是由于空气层的厚度不足以提供足够的压力缓冲,空气层应有足够的厚度以在冲击发生时提供足够的压力缓冲,减少对铜壳的直接冲击,因此可以适当增加空气层的厚度可以提高其缓冲效果,有助于减少冲击波对铜壳的影响,从而降低铜壳承受的应力。

[0068] 需要说明的是,在对各层填充材料的厚度进行调整时,可以根据仿真结果适当地增加或者减少,对于具体增加或减少的变化量的具体数值,可结合实际情况而定,这里不做具体限制和展开;另外,在对各层填充材料的厚度进行调整时,是结合对这三层填充材料当前所呈现效果的分析来对这三层填充材料进行适应性的调整,而不是单一地对某一层填充材料进行调整。

[0069] 步骤S208,更新步骤,将初始厚度组合更新为当前厚度组合。

[0070] 在该实施例中,在对各层填充材料的厚度进行调整后,可以利用调整后得到的填充材料的当前厚度组合对初始厚度组合的值进行替换,以对初始厚度组合进行更新。

[0071] 步骤S210,重复执行确定步骤、第一获取步骤、第二获取步骤及更新步骤,直至当前最大应力达到最佳应力的情况下,确定初始厚度组合为最佳厚度组合。

[0072] 在该实施例中,在每次对初始厚度组合进行更新后,都可以按照以上步骤重新进行仿真,如此不断进行迭代,直至找到最佳厚度组合。

[0073] 需要说明的是,这里将铜壳承受的当前最大应力达到最佳应力作为迭代终止的条件是因为铜壳能承受的应力是衡量防爆性能的重要指标,并且氧化镁层所提供的耐火和空气层所提供的缓冲作用也是为了尽可能地使铜壳承受的应力在符合安全裕度的情况下达到最佳应力,所以这里选择了这一条件作为迭代终止的条件;当然,也可以结合实际情况选择其他更适合的条件作为迭代终止的条件,这里不作具体限制。

[0074] 步骤S212,按照最佳厚度组合将各填充材料填充至电缆接头。

[0075] 在该实施例中,可以按照上述步骤中得到的最佳厚度组合将氧化镁、凯夫拉纤维及空气等填充材料填充至电缆接头中,以提升电缆接头的防火防爆性能。

[0076] 由上述可知,通过本发明上述实施例提供的技术方案,可以通过确定步骤,确定电缆接头中各层填充材料的初始厚度组合,其中,电缆接头用于连接电缆和/或连接电缆与电气设备,填充材料包括填充在电缆接头的预制件与铜壳之间的氧化镁、凯夫拉纤维及空气,预制件用于对电缆接头进行密封,铜壳为电缆接头的金属外壳,初始厚度组合为氧化镁层、凯夫拉纤维层及空气层的初始厚度的组合;第一获取步骤,利用仿真模型对电缆接头进行故障仿真,以对电缆接头中铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果,其中,当前最大应力为铜壳在各层填充材料的厚度组合为初始厚度组合的情况下所承受应力的最大值;第二获取步骤,在分析结果表示当前最大应力未达到最佳应力的情况下,对各层填充材料的

厚度进行调整,得到各层填充材料的当前厚度组合,其中,最佳应力为铜壳在满足约束条件的情况下所承受的最大应力值;更新步骤,将初始厚度组合更新为当前厚度组合;重复执行确定步骤、第一获取步骤、第二获取步骤及更新步骤,直至当前最大应力达到最佳应力的情况下,确定初始厚度组合为最佳厚度组合;按照最佳厚度组合将各填充材料填充至电缆接头,达到了通过进行仿真以不断试验出各层填充材料的最佳厚度组合,并按照该最佳厚度组合将各填充材料填充至电缆接头的目的,实现了通过选择耐火和具有防爆性能的填充材料对电缆接头进行填充以避免因电缆接头发生闪爆导致引发火灾的技术效果,提升了电缆接头的安全性、便利性及易安装性。

[0077] 因此,通过本发明上述实施例提供的技术方案,解决了相关技术中传统的通过外加保护装置避免因电缆接头发生闪爆导致引发火灾的方法存在安装复杂、且便利性较差的技术问题。

[0078] 需要说明的是,对于前述的各方法实施例,为了简单描述,故将其都表述为一系列的动作组合,但是本领域技术人员应该知悉,本申请并不受所描述的动作顺序的限制,因为依据本申请,某些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次,本领域技术人员也应该知悉,说明书中所描述的实施例均属于优选实施例,所涉及的动作和模块并不一定是本申请所必须的。

[0079] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到根据上述实施例的方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件,但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质(如ROM/RAM、磁碟、光盘)中,包括若干指令用以使得一台终端设备(可以是手机,计算机,服务器,或者网络设备等)执行本申请各个实施例所述的方法。

[0080] 根据本发明实施例,还提供了一种用于实施上述电缆接头填充方法的电缆接头填充装置,图7是根据本发明实施例的电缆接头填充装置的示意图,如图7所示,该装置包括:第一确定单元701,第一获取单元703,第二获取单元705,更新单元707,第二确定单元709及填充单元711。下面对该电缆接头填充装置进行详细说明。

[0081] 第一确定单元701,用于执行确定步骤,确定电缆接头中各层填充材料的初始厚度组合,其中,电缆接头用于连接电缆和/或连接电缆与电气设备,填充材料包括填充在电缆接头的预制件与铜壳之间的氧化镁、凯夫拉纤维及空气,预制件用于对电缆接头进行密封,铜壳为电缆接头的金属外壳,初始厚度组合为氧化镁层、凯夫拉纤维层及空气层的初始厚度的组合。

[0082] 第一获取单元703,用于执行第一获取步骤,利用仿真模型对电缆接头进行故障仿真,以对电缆接头中铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果,其中,当前最大应力为铜壳在各层填充材料的厚度组合为初始厚度组合的情况下所承受应力的最大值。

[0083] 第二获取单元705,用于执行第二获取步骤,在分析结果表示当前最大应力未达到最佳应力的情况下,对各层填充材料的厚度进行调整,得到各层填充材料的当前厚度组合,其中,最佳应力为铜壳在满足约束条件的情况下所承受的最大应力值。

[0084] 更新单元707,用于执行更新步骤,将初始厚度组合更新为当前厚度组合。

[0085] 第二确定单元709,用于重复执行确定步骤、第一获取步骤、第二获取步骤及更新

步骤,直至当前最大应力达到最佳应力的情况下,确定初始厚度组合为最佳厚度组合。

[0086] 填充单元711,用于按照最佳厚度组合将各填充材料填充至电缆接头。

[0087] 此处需要说明的是,上述第一确定单元701,第一获取单元703,第二获取单元705,更新单元707,第二确定单元709及填充单元711对应于上述实施例中的步骤S202至步骤S212,六个单元与对应的步骤所实现的实例和应用场景相同,但不限于上述实施例所公开的内容。

[0088] 由上可知,本发明上述实施例记载的方案中,可以利用第一确定单元执行确定步骤,确定电缆接头中各层填充材料的初始厚度组合,其中,电缆接头用于连接电缆和/或连接电缆与电气设备,填充材料包括填充在电缆接头的预制件与铜壳之间的氧化镁、凯夫拉纤维及空气,预制件用于对电缆接头进行密封,铜壳为电缆接头的金属外壳,初始厚度组合为氧化镁层、凯夫拉纤维层及空气层的初始厚度的组合;然后利用第一获取单元执行第一获取步骤,利用仿真模型对电缆接头进行故障仿真,以对电缆接头中铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果,其中,当前最大应力为铜壳在各层填充材料的厚度组合为初始厚度组合的情况下所承受应力的最大值;接着利用第二获取单元执行第二获取步骤,在分析结果表示当前最大应力未达到最佳应力的情况下,对各层填充材料的厚度进行调整,得到各层填充材料的当前厚度组合,其中,最佳应力为铜壳在满足约束条件的情况下所承受的最大应力值;之后利用更新单元执行更新步骤,将初始厚度组合更新为当前厚度组合;再利用第二确定单元重复执行确定步骤、第一获取步骤、第二获取步骤及更新步骤,直至当前最大应力达到最佳应力的情况下,确定初始厚度组合为最佳厚度组合;最后利用填充单元按照最佳厚度组合将各填充材料填充至电缆接头,达到了通过进行仿真以不断试验出各层填充材料的最佳厚度组合,并按照该最佳厚度组合将各填充材料填充至电缆接头的目的,实现了通过选择耐火和具有防爆性能的填充材料对电缆接头进行填充以避免因电缆接头发生闪爆导致引发火灾的技术效果,提升了电缆接头的安全性、便利性及易安装性。

[0089] 因此,通过本发明上述实施例提供的技术方案,解决了相关技术中传统的通过外加保护装置避免因电缆接头发生闪爆导致引发火灾的方法存在安装复杂、且便利性较差的技术问题。

[0090] 可选地,第一确定单元,包括:第一获取模块,用于获取电缆接头中预制件与铜壳之间的填充厚度;第一确定模块,用于确定第一预定厚度为氧化镁层的第一初始厚度,其中,氧化镁层为利用氧化镁进行填充的第一填充层;第二确定模块,用于确定第二预定厚度为凯夫拉纤维层的第二初始厚度,其中,凯夫拉纤维层为利用凯夫拉纤维进行填充的第二填充层;第三确定模块,用于确定第三预定厚度为空气层的第三初始厚度,其中,第一预定厚度、第二预定厚度及第三预定厚度的总和与填充厚度相同,氧化镁层位于预制件的上方,凯夫拉纤维层位于氧化镁层的上方,空气层位于凯夫拉纤维层的上方、且位于铜壳的下方;第四确定模块,用于确定第一初始厚度、第二初始厚度及第三初始厚度的组合为初始厚度组合。

[0091] 可选地,该电缆接头填充装置还包括:第三获取单元,用于在利用仿真模型对电缆接头进行故障仿真,以对电缆接头中铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果之前,获取电缆接头的物理结构和材料特性;构建单元,用于将物理结构和材料特性输入至有限元软件中,以利用有限元软件构建仿真模型;第三确定单元,用于根据电缆接头需满足的安全

标准和需达到的防爆性能确定对电缆接头进行故障仿真的边界条件,其中,边界条件用于对仿真过程进行约束。

[0092] 可选地,第一获取单元,包括:第二获取模块,用于利用仿真模型对电缆接头进行故障仿真,得到仿真结果;第五确定模块,用于根据仿真结果利用有限元软件对铜壳当前承受的应力进行分析,以确定铜壳当前承受的当前最大应力。

[0093] 可选地,第二获取单元,包括:第一调整模块,用于在分析结果表示当前最大应力大于最佳应力的情况下,将填充材料中的凯夫拉纤维层增加第一预设厚度,其中,凯夫拉纤维层为填充材料中的一层填充材料;第二调整模块,用于在分析结果表示当前最大应力小于最佳应力的情况下,将凯夫拉纤维层减少第二预设厚度,其中,第一预设厚度和第二预设厚度均由当前最大应力和最佳应力的第一差值决定。

[0094] 可选地,第二获取单元,包括:第三获取模块,用于获取对电缆接头进行故障仿真的仿真结果;第三调整模块,用于在仿真结果表示电缆接头的耐火性能低于耐火性能阈值的情况下,将填充材料中的氧化镁层增加第三预设厚度,其中,第三预设厚度由耐火性能与耐火性能阈值之间的第二差值决定,氧化镁层为填充材料中的一层填充材料;第四调整模块,用于在仿真结果表示电缆接头的缓冲性能低于缓冲性能阈值的情况下,将填充材料中的空气层增加第四预设厚度,其中,第四预设厚度由缓冲性能与缓冲性能之间的第三差值决定。

[0095] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种电缆接头,电缆接头使用上述任一种的电缆接头填充方法。

[0096] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种计算机可读存储介质,计算机可读存储介质包括存储的程序,其中,程序执行上述任意一种的电缆接头填充方法。

[0097] 可选地,在本实施例中,上述计算机可读存储介质可以位于计算机网络中计算机终端群中的任意一个计算机终端中,或者位于通信设备群中的任意一个通信设备中。

[0098] 可选地,在本实施例中,计算机可读存储介质被设置为存储用于执行以下步骤的程序代码:确定步骤,确定电缆接头中各层填充材料的初始厚度组合,其中,电缆接头用于连接电缆和/或连接电缆与电气设备,填充材料包括填充在电缆接头的预制件与铜壳之间的氧化镁、凯夫拉纤维及空气,预制件用于对电缆接头进行密封,铜壳为电缆接头的金属外壳,初始厚度组合为氧化镁层、凯夫拉纤维层及空气层的初始厚度的组合;第一获取步骤,利用仿真模型对电缆接头进行故障仿真,以对电缆接头中铜壳的当前最大应力进行分析,得到分析结果,其中,当前最大应力为铜壳在各层填充材料的厚度组合为初始厚度组合的情况下所承受应力的最大值;第二获取步骤,在分析结果表示当前最大应力未达到最佳应力的情况下,对各层填充材料的厚度进行调整,得到各层填充材料的当前厚度组合,其中,最佳应力为铜壳在满足约束条件的情况下所承受的最大应力值;更新步骤,将初始厚度组合更新为当前厚度组合;重复执行确定步骤、第一获取步骤、第二获取步骤及更新步骤,直至当前最大应力达到最佳应力的情况下,确定初始厚度组合为最佳厚度组合;按照最佳厚度组合将各填充材料填充至电缆接头。

[0099] 可选地,在本实施例中,计算机可读存储介质被设置为存储用于执行以下步骤的程序代码:获取电缆接头中预制件与铜壳之间的填充厚度;确定第一预定厚度为氧化镁层的第一初始厚度,其中,氧化镁层为利用氧化镁进行填充的第一填充层;确定第二预定厚度

为凯夫拉纤维层的第二初始厚度,其中,凯夫拉纤维层为利用凯夫拉纤维进行填充的第二填充层;确定第三预定厚度为空气层的第三初始厚度,其中,第一预定厚度、第二预定厚度及第三预定厚度的总和与填充厚度相同,氧化镁层位于预制件的上方,凯夫拉纤维层位于氧化镁层的上方,空气层位于凯夫拉纤维层的上方、且位于铜壳的下方;确定第一初始厚度、第二初始厚度及第三初始厚度的组合为初始厚度组合。

[0100] 可选地,在本实施例中,计算机可读存储介质被设置为存储用于执行以下步骤的程序代码:获取电缆接头的物理结构和材料特性;将物理结构和材料特性输入至有限元软件中,以利用有限元软件构建仿真模型;根据电缆接头需满足的安全标准和需达到的防爆性能确定对电缆接头进行故障仿真的边界条件,其中,边界条件用于对仿真过程进行约束。

[0101] 可选地,在本实施例中,计算机可读存储介质被设置为存储用于执行以下步骤的程序代码:利用仿真模型对电缆接头进行故障仿真,得到仿真结果;根据仿真结果利用有限元软件对铜壳当前承受的应力进行分析,以确定铜壳当前承受的当前最大应力。

[0102] 可选地,在本实施例中,计算机可读存储介质被设置为存储用于执行以下步骤的程序代码:在分析结果表示当前最大应力大于最佳应力的情况下,将填充材料中的凯夫拉纤维层增加第一预设厚度,其中,凯夫拉纤维层为填充材料中的一层填充材料;在分析结果表示当前最大应力小于最佳应力的情况下,将凯夫拉纤维层减少第二预设厚度,其中,第一预设厚度和第二预设厚度均由当前最大应力和最佳应力的第一差值决定。

[0103] 可选地,在本实施例中,计算机可读存储介质被设置为存储用于执行以下步骤的程序代码:获取对电缆接头进行故障仿真的仿真结果;在仿真结果表示电缆接头的耐火性能低于耐火性能阈值的情况下,将填充材料中的氧化镁层增加第三预设厚度,其中,第三预设厚度由耐火性能与耐火性能阈值之间的第二差值决定,氧化镁层为填充材料中的一层填充材料;在仿真结果表示电缆接头的缓冲性能低于缓冲性能阈值的情况下,将填充材料中的空气层增加第四预设厚度,其中,第四预设厚度由缓冲性能与缓冲性能之间的第三差值决定。

[0104] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种处理器,处理器用于运行程序,其中,程序运行时执行上述任意一种的电缆接头填充方法。

[0105] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种计算机程序产品,包括计算机指令,计算机指令被处理器执行时执行上述任意一种的电缆接头填充方法。

[0106] 上述本发明实施例序号仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。

[0107] 在本发明的上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中沒有详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0108] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的技术内容,可通过其它的方式实现。其中,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如所述单元的划分,可以为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,单元或模块的间接耦合或通信连接,可以是电性或其它的形式。

[0109] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个

单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0110] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0111] 所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可为个人计算机、服务器或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0112] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

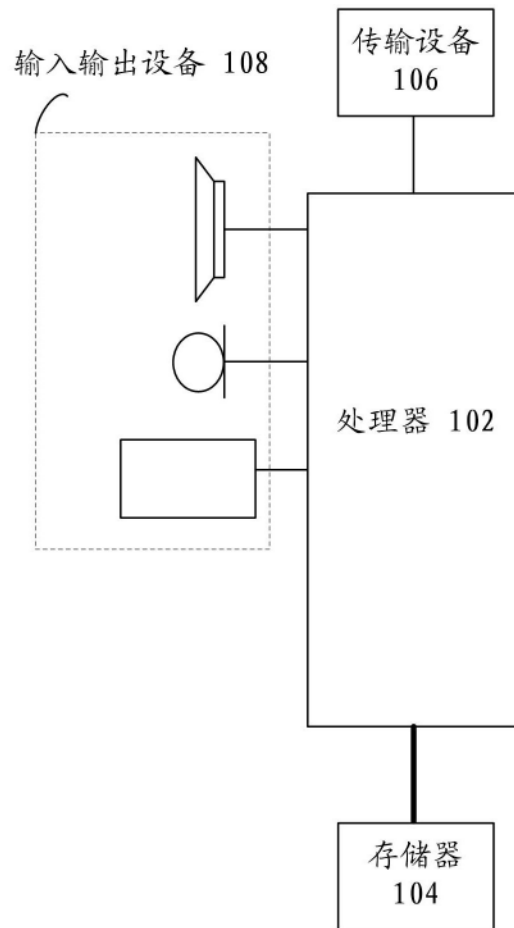


图1

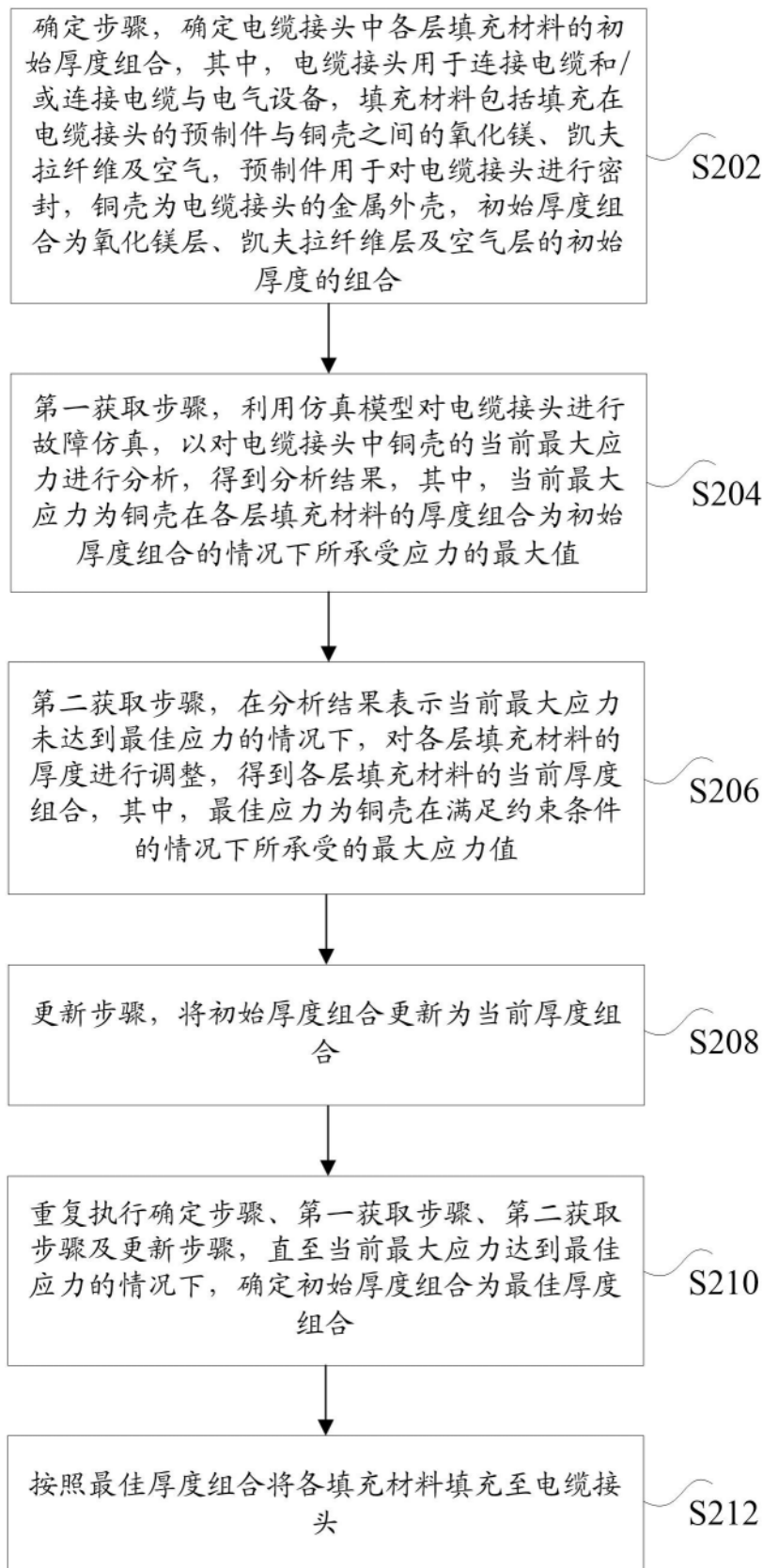


图2

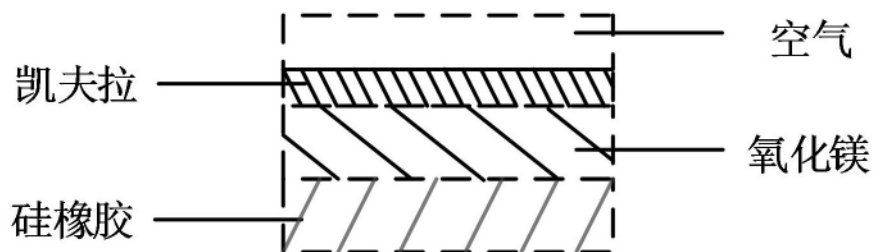


图3

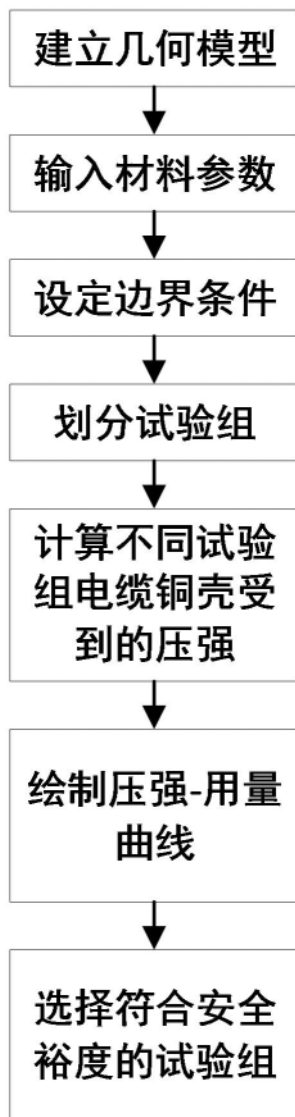


图4

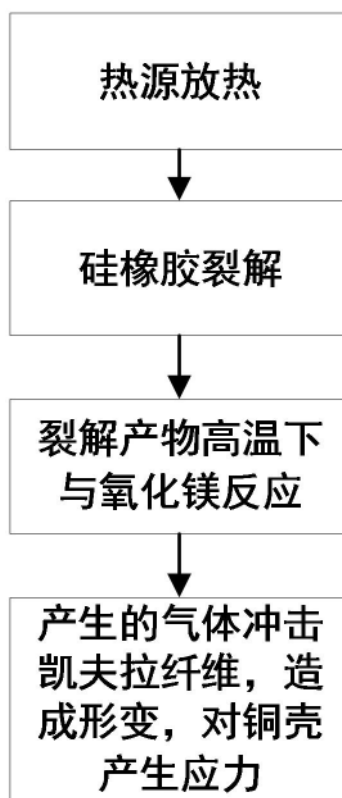


图5

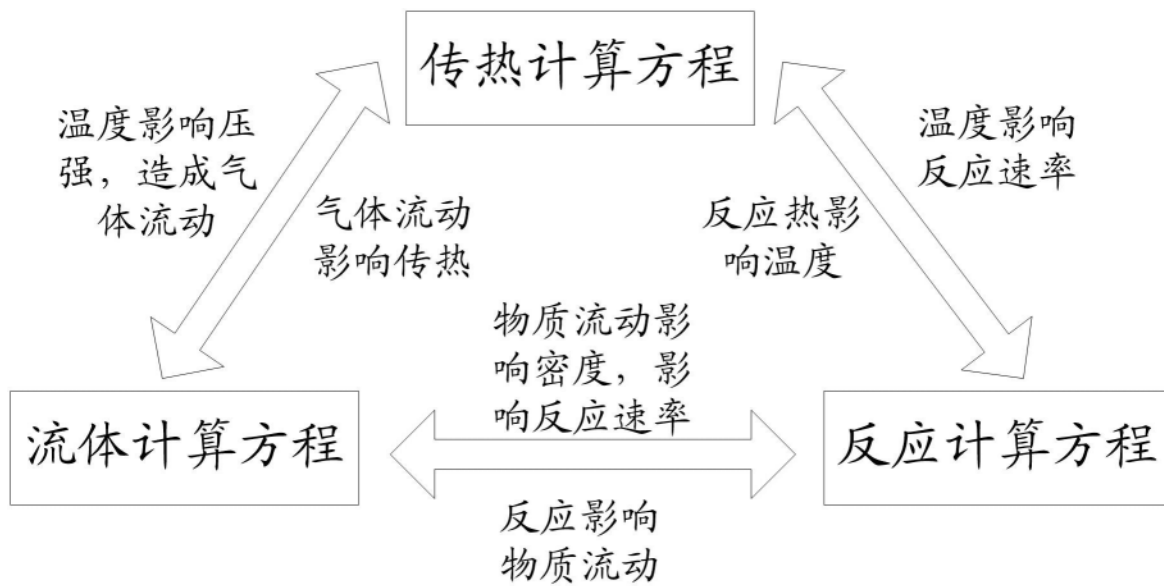


图6

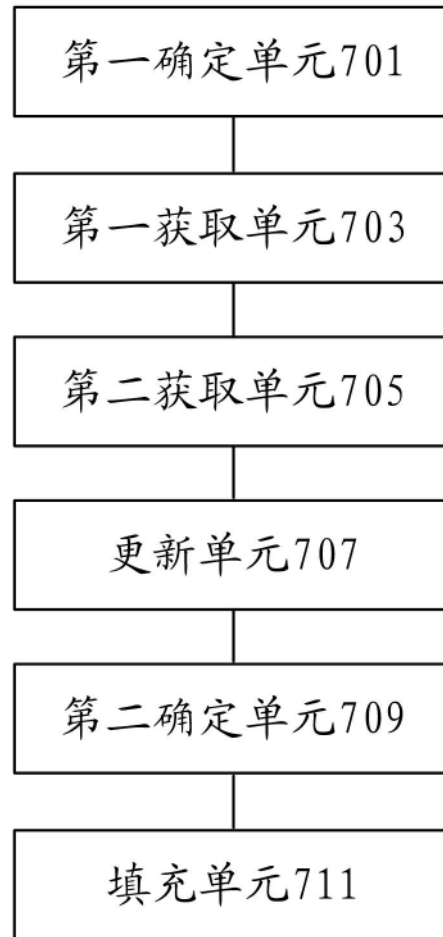


图7