



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102768321 B

(45)授权公告日 2018.04.24

(21)申请号 201210280862.5

(22)申请日 2012.08.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 102768321 A

(43)申请公布日 2012.11.07

(73)专利权人 上海森首光电科技有限公司

地址 200231 上海市徐汇区银都路388号1号楼5层

(72)发明人 曹春耕 吴向平 黄展峰

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司

31225

代理人 宣慧兰

(51)Int. Cl.

G01R 31/00(2006.01)

G01K 13/00(2006.01)

(56)对比文件

雷鸣.依据表皮温度准确计算单芯高压电缆线芯温度的理论及实验研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技II辑》.2012,(第6期),C042-13.

杨波.电网输电元件热载荷能力研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技II辑》.2012,(第4期),C042-22.

罗灵琳.单芯电缆暂态温度场及载流量实时计算方法的研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技II辑》.2009,(第6期),C042-13.

王增强.地下电缆温度场和载流量的数值模拟.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技II辑》.2003,(第2期),C042-7.

审查员 刘彦庭

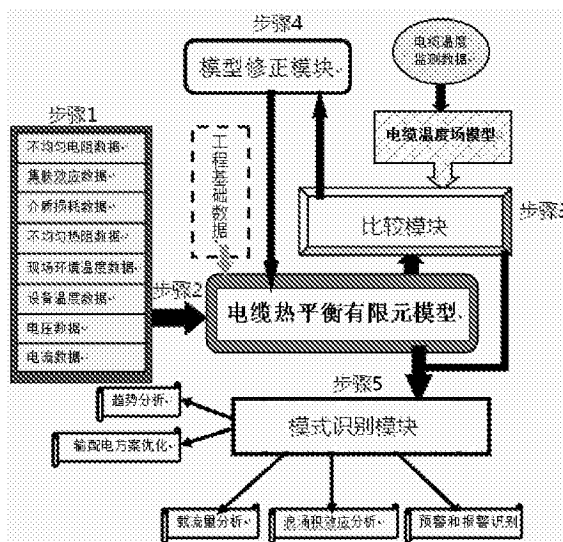
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种电力电缆载流量监测方法

(57)摘要

本发明涉及一种电力电缆载流量监测方法,包括以下步骤:1)传感器将获取的数据发送至处理器;2)处理器根据这些数据结合电缆工程基础数据建立热平衡有限元模型;3)由处理器的比较模块将热平衡有限元模型的数据与电缆温度场模型的数据进行对比,若数据差大于阈值,则执行步骤4);若数据差小于阈值,则执行步骤5);4)通过处理器的模型修正模块对热平衡有限元模型进行修正后,重新执行步骤3);5)比较模块输出热平衡有限元模型的数据,并发送至模式识别模块进行动态模式识别,同时进行载流量分析、趋势分析、浪涌积效应分析、预警和报警识别以及输配电方案优化。与现有技术相比,本发明具有测量精度高、测量数据多等优点。



1. 一种电力电缆载流量监测方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

1) 传感器获取电缆温度监测数据、设备温度数据、现场环境温度数据、电压数据、电流数据、不均匀电阻数据、集肤效应数据、介质损耗数据和不均匀热阻分布数据,并发送至处理器;

2) 处理器根据所述的设备温度数据、现场环境温度数据、电压数据、电流数据、不均匀电阻数据、集肤效应数据、介质损耗数据和不均匀热阻分布数据结合电缆工程基础数据建立热平衡有限元模型,处理器根据电缆温度监测数据采用有限差分的方式拟合得到电缆温度场模型;

3) 由处理器的比较模块将热平衡有限元模型的数据与电缆温度场模型的数据进行对比,若数据差大于阈值,则执行步骤4);若数据差小于阈值,则执行步骤5);

4) 通过处理器的模型修正模块对热平衡有限元模型进行修正后,重新执行步骤3);

5) 比较模块输出热平衡有限元模型的数据,并发送至模式识别模块进行动态模式识别,同时进行载流量分析、趋势分析、浪涌积效应分析、预警和报警识别以及输配电方案优化;

所述热平衡有限元模型包括静态数据和动态数据,所述的静态数据包括温度分布数据、电流分布数据、电压分布数据、电阻分布数据、热阻分布数据、电场分布数据、磁场分布数据,所述的动态数据包括温度变化数据、电流变化数据、电压变化数据、电阻变化数据、绝缘系数变化数据、漏电变化数据、热阻变化数据、电场变化数据、磁场变化数据;

步骤3) 中热平衡有限元模型与电缆温度场模型比较的数据包括温度分布数据和温度变化数据。

2. 根据权利要求1所述的一种电力电缆载流量监测方法,其特征在于,所述的电缆工程基础数据包括电缆内部结构参数、结构尺寸、电缆材料参数和材料相关系数。

3. 根据权利要求1所述的一种电力电缆载流量监测方法,其特征在于,所述的电缆温度场模型根据传感器获得的电缆温度监测数据建立。

4. 根据权利要求3所述的一种电力电缆载流量监测方法,其特征在于,电缆温度场模型由电缆温度监测数据通过有限差分的方式拟合得到,具体的拟合过程为:首先将电缆温度场进行空间上的网格化,然后将空间上呈点或线分布的电缆温度监测数据进行有限差分,获得每个网格化空间的温度数据,建立电缆温度场模型。

5. 根据权利要求1所述的一种电力电缆载流量监测方法,其特征在于,步骤4) 中模型修正模块对热平衡有限元模型进行的修正包括测量误差修正、计算误差修正、拟合误差修正和工程基础数据调整。

6. 根据权利要求1所述的一种电力电缆载流量监测方法,其特征在于,步骤5) 中载流量分析、趋势分析和浪涌积效应分析根据动态数据进行,预警和报警识别根据静态数据进行。

## 一种电力电缆载流量监测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电力系统监测方法,尤其是涉及一种电力电缆载流量监测方法。

### 背景技术

[0002] 电网的电缆发生故障其中一个重要原因是缺乏对电缆系统有效的在线监测。随着电网改造和建设工作的开展,城市地下电缆化率不断提高,电力电缆的使用量大幅度增加,使得电力电缆的监测、管理、维护工作变得越来越重要,同时随着电力电缆负荷量的增加,对监测的依赖程度也增加。电力电缆载流量直接反应为电缆导体的运行温度,运行中的导体温度是电缆的一个重要参数。一般情况下电缆在额定负荷下运行时,这时的线芯导体温度在允许温度值以下工作。但是一旦电缆出现超过负荷情况,线芯导体温度将超过额定温度值,绝缘层会加速老化。电缆在超过额定温度值情况下工作,其寿命将大幅度缩短,最终可能导致故障或灾害。因此,有必要对电缆的运行温度进行监测,要求电力运行部门结合监测数据对电缆的实际负荷进行合理调度和控制。另外,在紧急状况下的电力供应出现满负荷运营时,为了保障电力电缆运行安全以及电力系统调度需要,必须对电力电缆的载流量进行实时监测。

[0003] 目前,现有技术采用单一的电缆测温方法在线监测载流量,采用的光纤激光技术、光纤温度传感技术(线性光纤温度传感器、光纤光栅温度传感器)技术,对运行中的电缆温度进行监视,通过光缆表皮的温度与载流量之间的关系,间接测量载流量。

[0004] 现有技术电缆表皮测温方法由于电缆表皮温度和电缆内部实际温度误差很大,单独从温度分析载流量造成测量误差很大,并且温度数据过于单一,不能完整测量电流、电压、电阻、热阻、介质、导体、变电、输电、配电等因素的复杂工况。解决这一问题必须要对多种参量进行有效关联,使全局关联耦合。

[0005] 现有技术没有综合采集电压、电流数据分析电缆的发热量,因此,存在大量不确定的设备健康状态;同时,也存在大量无法监测的相互关联的参数。

[0006] 现有技术不能精确的导出电缆线芯导体温度与表皮温度的梯度关系,不能测量浪涌积效应,不能进行趋势分析。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种测量精度高、测量数据多的电力电缆载流量监测方法。

[0008] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0009] 一种电力电缆载流量监测方法,该方法包括以下步骤:

[0010] 1) 传感器获取电缆温度监测数据、设备温度数据、现场环境温度数据、电压数据、电流数据、不均匀电阻数据、集肤效应数据、介质损耗数据和不均匀热阻分布数据,并发送至处理器;

[0011] 2) 处理器根据所述的设备温度数据、现场环境温度数据、电压数据、电流数据、不

均匀电阻数据、集肤效应数据、介质损耗数据和不均匀热阻分布数据结合电缆工程基础数据建立热平衡有限元模型,处理器根据电缆温度监测数据采用有限差分的方式拟合得到电缆温度场模型;

[0012] 3) 由处理器的比较模块将热平衡有限元模型的数据与电缆温度场模型的数据进行对比,若数据差大于阈值,则执行步骤4);若数据差小于阈值,则执行步骤5);

[0013] 4) 通过处理器的模型修正模块对热平衡有限元模型进行修正后,重新执行步骤3);

[0014] 5) 比较模块输出热平衡有限元模型的数据,并发送至模式识别模块进行动态模式识别,同时进行载流量分析、趋势分析、浪涌积效应分析、预警和报警识别以及输配电方案优化。

[0015] 所述的电缆工程基础数据包括电缆内部结构参数、结构尺寸、电缆材料参数和材料相关系数。

[0016] 所述的电缆温度场模型根据传感器获得的电缆温度监测数据建立。

[0017] 电缆温度场模型由电缆温度监测数据通过有限差分的方式拟合得到,具体的拟合过程为:首先将电缆温度场进行空间上的网格化,然后将在空间上呈点或线分布的电缆温度监测数据进行有限差分,获得每个网格化空间的温度数据,建立电缆温度场模型。

[0018] 步骤3)中热平衡有限元模型与电缆温度场模型比较的数据包括温度分布数据和温度变化数据。

[0019] 步骤4)中模型修正模块对热平衡有限元模型进行的修正包括测量误差修正、计算误差修正、拟合误差修正和工程基础数据调整。

[0020] 所述热平衡有限元模型包括静态数据和动态数据,所述的静态数据包括温度分布数据、电流分布数据、电压分布数据、电阻分布数据、热阻分布数据、电场分布数据、磁场分布数据,所述的动态数据包括温度变化数据、电流变化数据、电压变化数据、电阻变化数据、绝缘系数变化数据、漏电变化数据、热阻变化数据、电场变化数据、磁场变化数据。

[0021] 步骤5)中载流量分析、趋势分析和浪涌积效应分析根据动态数据进行,预警和报警识别根据静态数据进行。

[0022] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0023] 一,本发明专利一方面从发热机理的角度,根据电缆的热平衡有限元模型,从发热量的角度计算线芯导体的温度,并根据散热量和发热量平衡关系计算出温度;另一方面通过电缆实测温度传感数据对温度梯度进行修正,从而准确的得到温度分布情况。

[0024] 二,本发明专利根据设备温度数据、现场环境温度数据、电流数据、电压数据、不均匀电阻数据、集肤效应数据、介质损耗数据、不均匀热阻分布数据而结合电缆工程基础数据建立电缆热平衡有限元模型,该模型通过电缆温度传感数据进行修正,避免从电缆表皮温度单一方向推导电缆线芯导体温度,提高了载流量监测的准确性。

[0025] 三,本发明专利对电流、电压进行直接测量,能捕捉电网普遍存在的浪涌信息,并根据历史数据进行趋势分析。

[0026] 四,本发明专利建立了电缆热平衡有限元模型,对多种参量进行有效关联,使全局关联耦合。

## 附图说明

[0027] 图1为本发明的进行监测的流程图；

[0028] 图2为电缆温度监测数据进行电缆温度场模型拟合的截面图；

[0029] 图3为图2的电缆温度监测数据的示意图。

## 具体实施方式

[0030] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0031] 实施例

[0032] 如图1所示,一种电力电缆载流量监测方法,该方法包括以下步骤:

[0033] 步骤1:传感器获取电缆温度监测数据、设备温度数据、现场环境温度数据、电压数据、电流数据、不均匀电阻数据、集肤效应数据、介质损耗数据和不均匀热阻分布数据,并发送至处理器;

[0034] 步骤2:处理器根据所述的设备温度数据、现场环境温度数据、电压数据、电流数据、不均匀电阻数据、集肤效应数据、介质损耗数据和不均匀热阻分布数据结合电缆工程基础数据建立热平衡有限元模型。其中,电缆工程基础数据包括电缆内部结构参数、结构尺寸、电缆材料参数和材料相关系数,而热平衡有限元模型的数据包含了温度分布数据、电流分布数据、电压分布数据、电阻分布数据、热阻分布数据、电场分布数据、磁场分布数据等静态数据和温度变化数据、电流变化数据、电压变化数据、电阻变化数据、绝缘系数变化数据、漏电变化数据、热阻变化数据、电场变化数据、磁场变化数据等动态数据。

[0035] 步骤3:处理器根据电缆温度监测数据采用有限差分的方式拟合得到电缆温度场模型,电缆的截面如图2,由内向外依次为导体、屏蔽/绝缘层、表皮,其对应的温度数据如图3所示。然后由处理器的比较模块将热平衡有限元模型的数据与电缆温度场模型的数据进行对比,对比的数据为温度分布数据和温度变化数据。若数据差大于阈值,则执行步骤4;若数据差小于阈值,则执行步骤5;

[0036] 其中,有限差分法为:把温度空间连续的区域用有限个离散点构成的网格来代替,这些离散点称作网格的节点;把连续定解区域上的连续变量的函数用在网格上定义的离散变量函数来近似;把原方程和定解条件中的微商用差商来近似,积分用积分和来近似,于是原微分方程和定解条件就近似地代之以代数方程组,即有限差分方程组,解此方程组就可以得到原问题在离散点上的近似解。然后再利用插值方法便可以从离散解得到定解问题在整个区域上的近似解。则具体的拟合过程为:首先将电缆温度场进行空间上的网格化,然后将空间上呈点或线分布的电缆温度监测数据进行有限差分,获得每个网格化空间的温度数据,建立电缆温度场模型。

[0037] 步骤4:通过处理器的模型修正模块对热平衡有限元模型进行包括测量误差修正、计算误差修正、拟合误差修正和工程基础数据调整在内的多种修正后,重新执行步骤3;

[0038] 步骤5:比较模块输出热平衡有限元模型的数据,并发送至模式识别模块进行动态模式识别,同时进行载流量分析、趋势分析、浪涌积效应分析、预警和报警识别以及输配电方案优化,其中载流量分析、趋势分析和浪涌积效应分析根据动态数据进行,预警和报警识别根据静态数据进行。

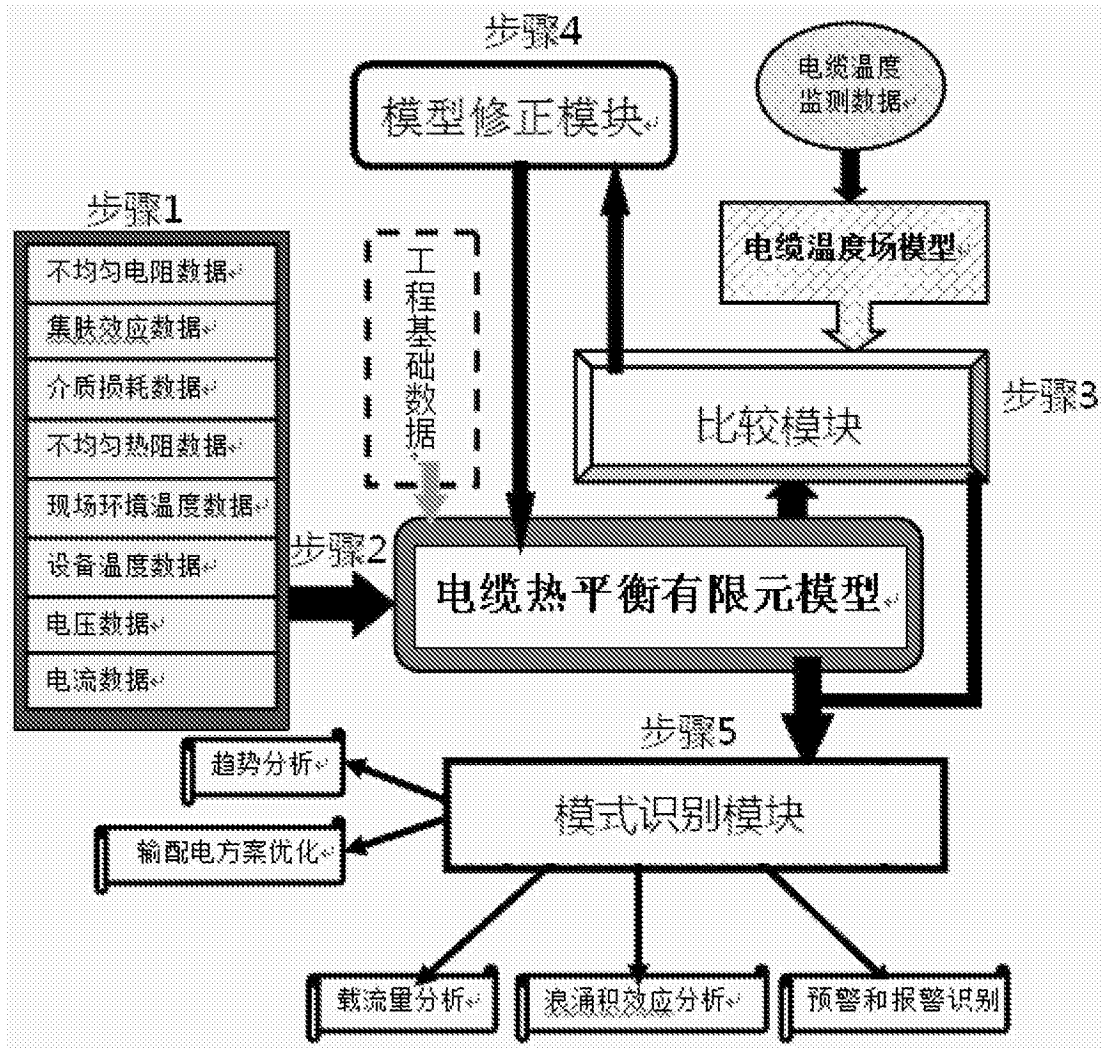


图1

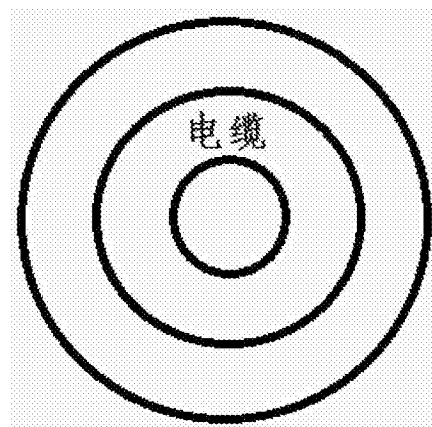


图2

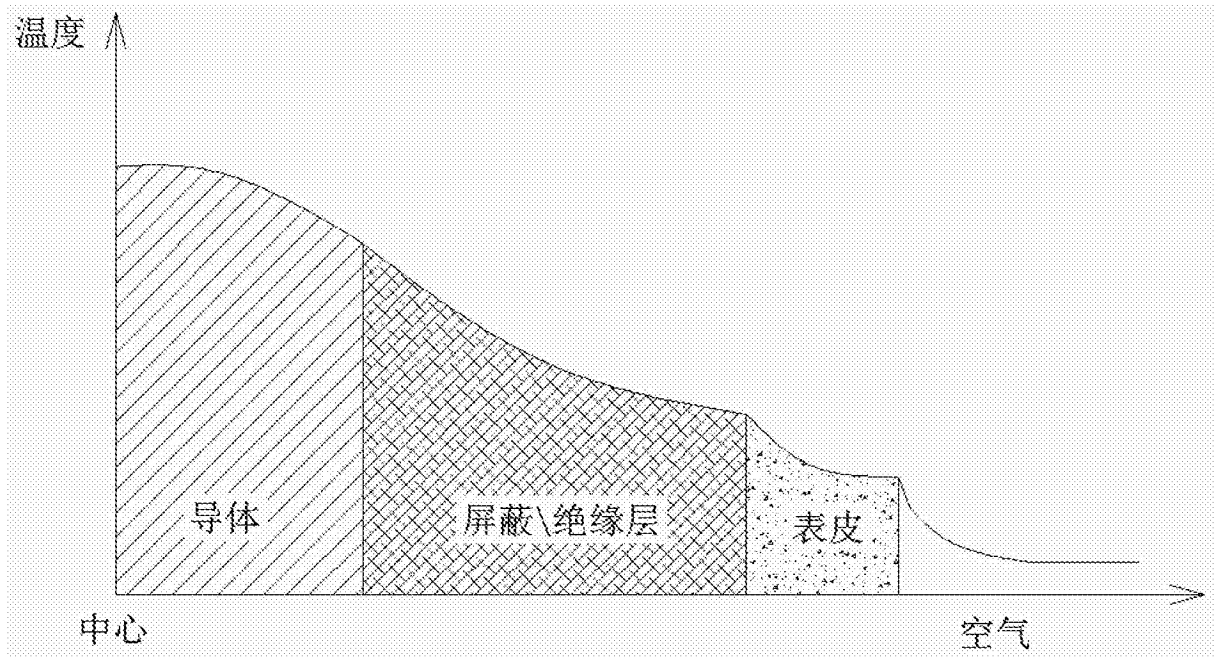


图3