



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103837533 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 04

(21) 申请号 201410020425. 9

(22) 申请日 2014. 01. 16

(71) 申请人 河海大学

地址 210098 江苏省南京市鼓楼区西康路 1 号

(72) 发明人 许军才 沈振中 任青文

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 朱小兵

(51) Int. Cl.

G01N 21/84 (2006. 01)

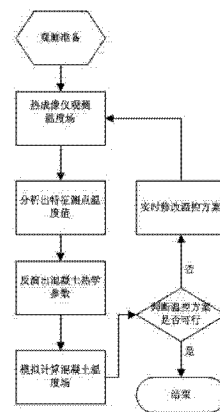
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

基于热成像仪的混凝土温度监测与仿真反分析方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于热成像仪的混凝土温度监测与仿真反分析方法,利用热成像仪观测混凝土表面温度场分布,得出典型测点温度数据以及红外热像图;基于热成像仪观测的温度数据,使用蛙跳算法反演出混凝土热力学参数;由反演出的混凝土热力学参数,仿真模拟出混凝土的温度场、应力场;利用热成像仪观测的温度数据与仿真模拟的温度场、应力场,综合分析混凝土开裂情况。本发明将红外热像图对比对应的仿真模型中的混凝土表面的温度场、应力场来检验计算结果正确性与温控方案的可行性,可克服现有大体积混凝土温度探测方法中的诸多不足。



1. 一种基于热成像仪的混凝土温度监测与仿真反分析方法,其特征在于,包括以下具体步骤:

步骤 1,利用热成像仪观测混凝土表面温度场分布,得出典型测点温度数据以及红外热像图;

步骤 2,基于热成像仪观测的温度数据,使用蛙跳算法反演出混凝土热力学参数;所述蛙跳算法具体如下:

201,初始化参数,确定蛙群的数量、种群以及每个种群的青蛙数;

202,随机产生初始蛙群,并计算各个蛙的最适值;

203,按最适值的大小进行降序排列,并记录好最优解,将蛙群分成族群;

204,进行局部寻优,对每一个族群进行元进化;

205,将各个族群进行混合,即在每个族群都进行一轮元进化后,将各族中的蛙进行重新排列和族群划分,并记录全局最优解,即为混凝土热力学参数;

206,检验计算停止条件,若满足算法收敛条件,则停止算法的执行过程,否则返回步骤 203;

步骤 3,由反演出的混凝土热力学参数,仿真模拟出混凝土的温度场、应力场;

步骤 4,利用热成像仪观测的温度数据与仿真模拟的温度场、应力场,综合分析混凝土开裂情况,若计算出的温度应力超过混凝土的抗压强度,则温控方案不合理,修改温控方案并返回步骤 1;反之则温控方案合理,终止过程。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于热成像仪的混凝土温度监测与仿真反分析方法,其特征在于,步骤 3 中所述仿真模拟出混凝土的温度场、应力场通过有限元模型进行。

3. 根据权利要求 1 所述的一种基于热成像仪的混凝土温度监测与仿真反分析方法,其特征在于,步骤 2 中所述蛙跳算法的目标函数为 $f = \min \sum (T_{ij} - T_{ij}^1)^2$ 或 $f = \min (|T_{ij} - T_{ij}^1|)$; 其中, i, j 分别为反演计算的时段和测点编号, T_{ij} 为热成像仪观测的温度数据, T_{ij}^1 为利用混凝土非稳定温度场有限单元法正演得出的特征点温度值。

基于热成像仪的混凝土温度监测与仿真反分析方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于热成像仪的混凝土温度监测与仿真反分析方法,属于水利水电工程的技术领域。

背景技术

[0002] 目前大体积混凝土温控防裂中对温度监控使用一次性埋入式热阻传感器来探测混凝土温度,在埋入传感器的过程中,给施工人员带来施工难度同时也增加了技术成本,另一方面技术人员采集数据要到埋置点量测,也带来了工作难度。自 1957 年第一次使用热成像技术探测乳腺癌以来,红外在设备诊断、材料无损检测、试件自动测试等方面得到了广泛应用,红外热像仪的使用已涵盖了众多的领域。采用遥感非接触式的监测手段,具有无损采集和方便的特点,在土木结构的检测验收中已有很多成功的案例,发明红外遥感探测方法解决施工期大体积混凝土温控防裂问题成为必然。

[0003] 蛙跳算法是本世纪初,Eusuff 提出的一种基于群体协同搜索的智能计算方法。算法模拟青蛙寻找食物时,按照族群分类进行思想传递的过程,将全局信息与局部深度搜索组合来实现的一种新型反分析方法,方法具有概念简单易于理解和参数少,全局搜索能力强等特点。张国新等人的《一种混凝土坝的温控防裂监测方法》专利中曾就采用机器学习理论,建立支持向量机模型获得未来指定时间的温度场,发明新型反分析方法的求解大体积混凝土施工阶段的热力学参数,进而准确仿真模拟出不同时段的混凝土温度场有重要的现实意义。

[0004] 上述研究内容源于国家自然科学基金《灾变条件下特高混凝土坝失效破坏的关键力学问题》中的子课题“应力场与温度场的耦合作用机制”。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种基于热成像仪的混凝土温度监测与仿真反分析方法,克服了现有大体积混凝土温度探测方法中的不足。

[0006] 本发明为解决上述技术问题采用以下技术方案:

[0007] 一种基于热成像仪的混凝土温度监测与仿真反分析方法,包括以下具体步骤:

[0008] 步骤 1,利用热成像仪观测混凝土表面温度场分布,得出典型测点温度数据以及红外热像图;

[0009] 步骤 2,基于热成像仪观测的温度数据,使用蛙跳算法反演出混凝土热力学参数;所述蛙跳算法具体如下:

[0010] 201,初始化参数,确定蛙群的数量、种群以及每个种群的青蛙数;

[0011] 202,随机产生初始蛙群,并计算各个蛙的最适值;

[0012] 203,按最适值的大小进行降序排列,并记录好最优解,将蛙群分成族群;

[0013] 204,进行局部寻优,对每一个族群进行元进化;

[0014] 205,将各个族群进行混合,即在每个族群都进行一轮元进化后,将各族中的蛙进

行重新排列和族群划分,并记录全局最优解,即为混凝土热力学参数;

[0015] 206,检验计算停止条件,若满足算法收敛条件,则停止算法的执行过程,否则返回步骤 203;

[0016] 步骤 3,由反演出的混凝土热力学参数,仿真模拟出混凝土的温度场、应力场;

[0017] 步骤 4,利用热成像仪观测的温度数据与仿真模拟的温度场、应力场,综合分析混凝土开裂情况,若计算出的温度应力超过混凝土的抗压强度,则温控方案不合理,修改温控方案并返回步骤 1;反之则温控方案合理,终止过程。

[0018] 作为本发明的进一步优化方案,步骤 3 中所述仿真模拟出混凝土的温度场、应力场通过有限元模型进行。

[0019] 作为本发明的进一步优化方案,步骤 2 中所述蛙跳算法的目标函数为 $f = \min \sum (T_{ij} - T_{ij}^1)^2$ 或 $f = \min (|T_{ij} - T_{ij}^1|)$;其中, i 、 j 分别为反演计算的时段和测点编号, T_{ij} 为热成像仪观测的温度数据, T_{ij}^1 为利用混凝土非稳定温度场有限单元法正演得出的特征点温度值。

[0020] 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:

[0021] (1) 非接触遥感检测,红外热像仪不同于传统混凝土测温方法,不用接触被测物,安全实用;

[0022] (2) 二维红外热像图可以体现被测范围所有点的温度情况,具有直观性;还可以比较处于同一区域的物体的温度,查看两点间的温差等;

[0023] (3) 实时快速扫描静止或者移动目标,可以实时传输到电脑进行分析监控;

[0024] (4) 蛙跳算法相对于其它进化算法,在求解过程中混凝土热力学参数过程中,所需设置参数较少;

[0025] (5) 在蛙跳算法执行过程中采用分组策略,每个子群可以搜寻一个方向,并由子群中最优个体指引方向,在执行过程中能快速找到最优的热力学参数值;

[0026] (6) 蛙跳算法中通过元进化,实现不同组间的信息交互,能全局搜索到最优的热力学参数值。

附图说明

[0027] 图 1 是本发明的流程图。

[0028] 图 2 是蛙跳算法反演流程图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图对本发明的技术方案做进一步的详细说明:

[0030] 监测大体积混凝土的温度,首先架设热成像仪,设置热成像仪器观测参数,探测器像素、帧频、热灵敏度、视场角等。参数设置完成后,进行数据采集和整理,得出红外热像图,再分析特征点处在不同时刻的温度值。

[0031] 一种基于热成像仪的混凝土温度监测与仿真反分析方法,如图 1 所示,包括以下具体步骤:

[0032] 步骤 1,利用热成像仪观测混凝土表面温度场分布,得出典型测点温度数据以及红

外热像图；

[0033] 步骤 2, 基于热成像仪观测的温度数据, 使用蛙跳算法反演出混凝土热力学参数。

[0034] 在反演算法中将混凝土热学参数看成为一个体, 目标函数取 $f = \min \sum (T_{ij} - T_{ij}^1)^2$ 或 $f = \min (|T_{ij} - T_{ij}^1|)$ 等, 其中, i, j 分别为反演计算的时段和测点编号, T_{ij} 为热成像仪观测的温度数据, T_{ij}^1 为利用混凝土非稳定温度场有限单元法正演得出的特征点温度值。

[0035] 蛙跳算法具体流程如图 2 所示：

[0036] 1、初始化参数；

[0037] 2、随机产生初始蛙群, 并计算各个蛙的最适值；

[0038] 3、按最适值的大小进行降序排列, 并记录好最优解, 将蛙群分成族群；

[0039] 4、进行局部寻优, 对每一个族群进行元进化；

[0040] 5、将各个族群进行混合, 即在每个族群都进行一轮元进化后, 将各族中的蛙进行重新排列和族群划分, 并记录全局最优解, 即为混凝土热力学参数；

[0041] 6、检验计算停止条件, 若满足算法收敛条件, 则停止算法的执行过程, 否则返回步骤 3；

[0042] 步骤 3, 由反演出的混凝土热力学参数, 通过有限元模型仿真模拟出混凝土的温度场、应力场；

[0043] 步骤 4, 利用热成像仪观测的温度数据与仿真模拟的温度场、应力场, 综合分析混凝土开裂情况, 若计算出的温度应力超过混凝土的抗压强度, 则温控方案不合理, 修改温控方案并返回步骤 1；反之则温控方案合理, 终止过程。

[0044] 以上所述, 仅为本发明中的具体实施方式, 但本发明的保护范围并不局限于此, 任何熟悉该技术的人在本发明所揭露的技术范围内, 可理解想到的变换或替换, 都应涵盖在本发明的包含范围之内, 因此, 本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

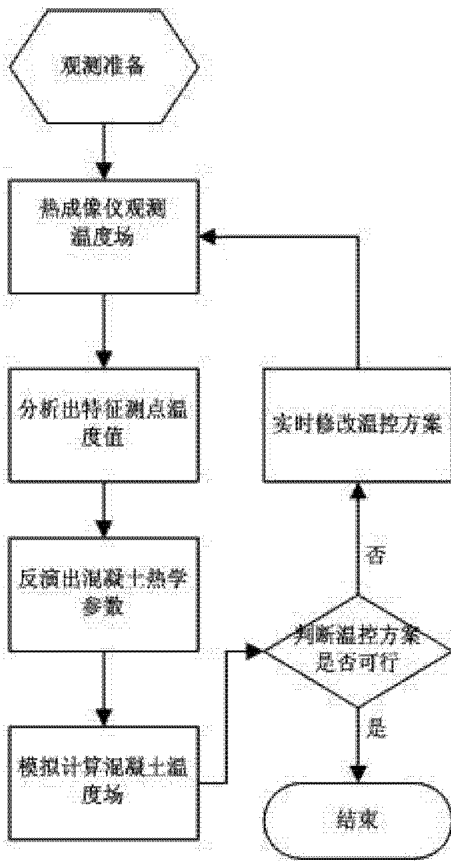


图 1

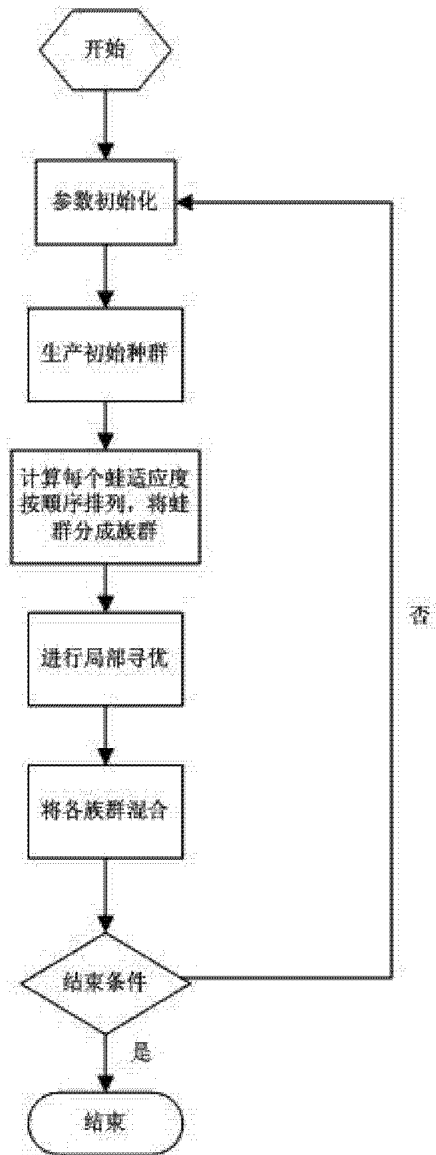


图 2