



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104599229 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 06

(21) 申请号 201510014421. 4

(22) 申请日 2015. 01. 13

(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 张久长 徐卫亚 向志鹏 孟庆祥
王环玲 王如宾 王苏生 冉少鹏

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 李晓

(51) Int. Cl.

G06T 3/00(2006. 01)

G06T 7/00(2006. 01)

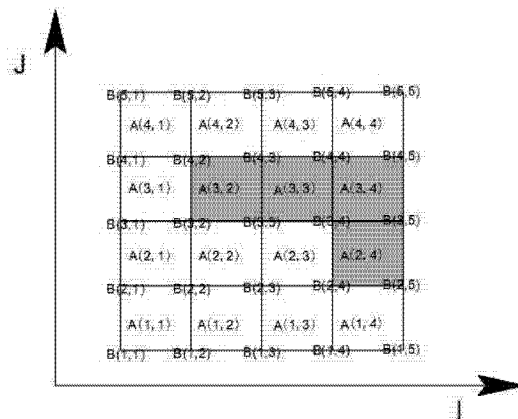
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种岩土体材料快速矢量化方法

(57) 摘要

本发明公开了一种岩土体材料快速矢量化方法,通过对岩土材料数字图像的预处理得到二值化图像,提取内部结构边界,再通过几何矢量化得到矢量图片。将本发明提供的方法应用于岩土体材料数值图像处理领域,能够快速而准确的将实际工程中的数码图像矢量化,更加精确的提取出岩土体材料各组分的边界,真实的反映材料的细观结构,为后续数值分析中模型的建立、参数的研究打下了坚实的基础,可以很好的应用于土木工程领域,具有很强的实用性。



1. 一种岩土体材料快速矢量化方法,其特征在于包括以下步骤:

- (1) 对现场拍摄照片进行预处理,得到岩土体材料各组分二值化图像
- (2) 采用本专利提出的新方法,提取岩土体材料内部结构边界;
- (3) 搜索连接已经获取的结构边界并转换为矢量图片存储。

2. 根据权利要求1所述的一种岩土体材料快速矢量化方法,其特征在于:所述步骤(2)中岩土体材料内部结构边界提取的具体步骤包括:

(2.1) 假设 $m \times n$ 像素点组成的图像可以视为 $m \times n$ 的矩阵 A , 则该图像包含的顶点可以视为 $(m+1) \times (n+1)$ 的矩阵 B , 为了确定夹杂物质的边界, 假定矩阵 C 是建立在矩阵 B 的基础上, 每一个 B 中的点对于两个 0 或者 1 元素的数组, 即一个 $(m+1) \times (n+1) \times 2$ 的 0-1 矩阵;

(2.2) 约定如下从 A 确定矩阵 B 的算法:

若 $C(i, j) = (0, 0)$, 则线 $B(i, j) - B(i, j+1)$ 和 $B(i, j) - B(i+1, j)$ 均不是边界;

若 $C(i, j) = (1, 0)$, 则线 $B(i, j) - B(i, j+1)$ 为边界, $B(i, j) - B(i+1, j)$ 均不是边界;

若 $C(i, j) = (0, 1)$, 则线 $B(i, j) - B(i, j+1)$ 不是边界, $B(i, j) - B(i+1, j)$ 是边界;

若 $V(i, j) = (1, 1)$, 则线 $B(i, j) - B(i, j+1)$ 和 $B(i, j) - B(i+1, j)$ 均是边界;

(2.3) 初始化 $(m+1) \times (n+1)$ 的矩阵 B 全部为 0, 下面开始分析如何从矩阵 A 得到矩阵 B , 算法如下:

对于边界 $i=1$, $C(i, j, 1) = A(i, j)$;

对于边界 $j=1$, $C(i, j, 2) = A(i, j)$;

对于边界 $i=m$, $C(i+1, j, 1) = A(i, j)$;

对于边界 $j=n$, $C(i, j+1, 2) = A(i, j)$.

对于非边界点, 则定义: 如果 $A(i, j) = A(i+1, j)$ 则 $C(i, j, 1) = 0$; 反之 $C(i, j, 1) = 1$; 若 $A(i, j) = A(i, j+1)$ 则 $C(i, j, 2) = 0$; 反之 $C(i, j, 2) = 1$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种岩土体材料快速矢量化方法, 其特征在于: 所述步骤(3)中搜索连接已经获取的结构边界并转换为矢量图片存储的具体步骤为:

(3.1) 选取任意非零的点开始, 根据线条之间的连通关系, 当寻找到的点形成封闭的回路时, 则确定某一夹杂块体的边界, 搜寻完毕后根据点组成向量之间的关系: 如一个块体由点 P_1, P_2, P_3 和 P_4 首尾相连, 计算向量 $P_1 - P_2$ 与 $P_2 - P_3$ 之间的叉乘, 若为正则为逆时针, 反之为顺时针, 由此可以以统一的顺序对每条线进行编号; 然后进行下一块体的搜寻直到所有块体搜寻完毕;

(3.2) 采用边界光滑方法将得到的锯齿形边界平滑处理, 转换为矢量图片存储。

一种岩土体材料快速矢量化方法

技术领域

[0001] 本发明属于土木工程等工科数值分析领域,具体涉及一种岩土体材料快速矢量化方法。

背景技术

[0002] 数字图像处理是指将图像信号转换为数字信号,并利用计算机对其进行处理最后得到所需要的结果的过程。数字图像处理已经广泛应用于工程、计算机科学、信息科学、统计学、物理学等领域,具有广阔的发展前景。

[0003] 岩土体材料是一种典型的具有复杂细观结构的非均质材料,一般由石、砂砾、矿物质、孔洞和裂纹等组成。每一个组成部分具有不同的物理化学特性,在外荷载作用下的反应有很大差异,并且这些组份间的相互作用也是极其复杂的。因此,对于岩土体材料的细观结构和不均匀性研究已经越来越重要了,而在实际工程领域应用中,如何准确的模拟这种细观结构,更接近实际的建立细观结构模型,进一步准确的进行岩土体力学参数的研究,是当前一个热点和难点问题。

发明内容

[0004] 发明目的:基于以上技术背景,本发明提出一种岩土体材料快速矢量化方法,应用于岩土体材料数值图像处理和细观模型建立中,以快速并精准的辨别岩土体材料的各个组分,转换为矢量图片存储。

[0005] 技术方案:为解决上述技术问题,本发明提供的岩土体材料快速矢量化方法包括以下步骤:

- (1) 对现场拍摄照片进行预处理,得到岩土体材料各组分二值化图像;
- (2) 提取岩土体材料内部结构边界;
- (3) 搜索连接已经获取的结构边界并转换为矢量图片存储。

[0006] 具体地,

第一步的数字图像预处理还包括:

- (1) 将材料结构照片导入计算机转化为数字图像,获取相关信息。

[0007] (2) 数字图像去噪处理、色彩空间转换以及二值化。材料照片拍摄于野外,其成像质量受环境、相机等各种因素制约,图像噪声较大,因此有必要进行去噪处理,增加图像的亮度和对比度,以提高岩土体各组分之间的差异。然后转化为图像处理和计算机视觉中也经常采用 HSI 色彩空间。最后进行二值化处理,为下一步快速矢量化做好准备。

[0008] 第二步提取岩土体材料内部结构边界的具体步骤包括:

(1) 假设 $m \times n$ 像素点组成的图像可以视为 $m \times n$ 的矩阵 A,则该图像包含的顶点可以视为 $(m+1) \times (n+1)$ 的矩阵 B,为了确定夹杂物质的边界,假定矩阵 C 是建立在矩阵 B 的基础上,每一个 B 中的点对于两个 0 或者 1 元素的数组,即一个 $(m+1) \times (n+1) \times 2$ 的 0-1 矩阵。

[0009] (2) 约定如下从 A 确定矩阵 B 的算法:

若 $C(i, j)=(0, 0)$ ，则线 $B(i, j)-B(i, j+1)$ 和 $B(i, j)-B(i+1, j)$ 均不是边界；
 若 $C(i, j)=(1, 0)$ ，则线 $B(i, j)-B(i, j+1)$ 为边界， $B(i, j)-B(i+1, j)$ 均不是边界；
 若 $C(i, j)=(0, 1)$ ，则线 $B(i, j)-B(i, j+1)$ 不是边界， $B(i, j)-B(i+1, j)$ 是边界；
 若 $V(i, j)=(1, 1)$ ，则线 $B(i, j)-B(i, j+1)$ 和 $B(i, j)-B(i+1, j)$ 均是边界；

(3) 初始化 $(m+1) \times (n+1)$ 的矩阵 B 全部为 0，下面开始分析如何从矩阵 A 得到矩阵 B ，算法如下：

对于边界 $i=1$ ， $C(i, j, 1)=A(i, j)$ ；
 对于边界 $j=1$ ， $C(i, j, 2)=A(i, j)$ ；
 对于边界 $i=m$ ， $C(i+1, j, 1)=A(i, j)$ ；
 对于边界 $j=n$ ， $C(i, j+1, 2)=A(i, j)$ 。

对于非边界点，则定义：如果 $A(i, j)=A(i+1, j)$ 则 $C(i, j, 1)=0$ ；反之 $C(i, j, 1)=1$ ；若 $A(i, j)=A(i, j+1)$ 则 $C(i, j, 2)=0$ ；反之 $C(i, j, 2)=1$ 。

[0010] 第三步搜索连接已经获取的结构边界并转换为矢量图片存储的具体步骤包括：

(1) 选取任意非零的点开始，根据线条之间的连通关系，当寻找到的点形成封闭的回路时，则确定某一夹杂块体的边界，搜寻完毕后根据点组成向量之间的关系（如一个块体由点 P_1, P_2, P_3 和 P_4 首尾相连，计算向量 P_1-P_2 与 P_2-P_3 之间的叉乘，若为正则为逆时针，反之为顺时针，由此可以以统一的顺序对每条线进行编号；然后进行下一块体的搜寻直到所有块体搜寻完毕后。

[0011] (2) 利用(1)搜索连接得到的为锯齿边界，不利于模型的建立以及后续的数值实验，需采用边界光滑方法将原有的锯齿形边界平滑处理

有益效果：本发明提出了一种岩土体材料快速矢量化方法，将该方法应用于岩土体材料数值图像领域，把从现场拍摄的数码照片最终转化为矢量图片存储。该方法相对于已有的方法而言，能够快速并且更加精确的识别岩土体材料各组分的边界，更接近实际的反应材料的细观结构，更加真实的再现材料的不均匀性。为后续的岩土体细观模型的建立、参数的确定奠定了坚实的基础，同时克服了先前的参数研究过程中耗时耗力、室内试验扰动性大、参数误差大等难题。

附图说明

[0012] 图 1 是本发明实施例中未处理的现场拍摄的原始数码照片；

图 2 为图 1 二值化处理后的土石介质图像；

图 3 为二值图像几何矢量化算法示意图；

图 4 为搜索到的岩土体材料锯齿形边界；

图 5 为光滑处理后的边界；

图 6 为最终生成的离散元模型；

图 7 为离散元模型直剪实验的示意图；

图 8 为不同围压下剪应力 - 剪切位移试验曲线图。

具体实施方式

[0013] 下面结合附图与具体实施方式对本发明进行详细说明：

实施例：某水电站坝前堆积体由砂土构成，充填碎石，块石，充填物为变质砂岩，板岩。从该堆积体代表性坡面拍摄典型的数码照片，运用本发明提出的快速矢量化方法将数值图像转化为矢量文件，进而建立离散元模型，最后进行数值模型试验。具体步骤如下：

(1) 附图 1 为从现场拍摄的数码照片，照片尺寸为 229.2mmx166.7mm，照片像素尺寸为 2750x2000，从照片中可以大致的看出堆积体土石外轮廓线和分布情况。将照片导入计算机转化为数字图像，获取相关信息。

[0014] (2) 对步骤 1 中获得的数字图像进行去噪处理以及图像色彩空间转换。此照片拍摄于野外，受各种因素制约，图像噪声较大，采用中值滤波法进行去噪处理，增加图像的亮度和对比度，以提高岩土体各组分之间的差异。然后利用 MATLAB 编写程序进行图像色彩空间的转换，将 RGB 颜色空间转换为容易识别的 HSI 空间，此过程的实质在于从一个单元立方体的笛卡尔坐标向圆柱体双锥坐标的过渡，该方法能够较好的检测区分照片中土、砂砾、矿物质等不同组分的细观结构。

[0015] (3) 数字图像的二值化。本发明将图像上的像素点的灰度值设置为 0 或 1，也就是将整个图像呈现出明显的黑白效果，灰度大于或等于阈值的像素的灰度值为 1，小于阈值的为 0。最终的二值化图像见附图 2。

[0016] (4) 二值图像的快速几何矢量化。采用本发明提出的岩土体材料快速矢量化方法，能够准确的提取土，碎石块的边界，其具体的算法示意图见附图 3。本实例中图像为 2750X2000 像素，可以视为 2750X2000 的矩阵 A，则该图像包含的顶点可以视为 2751X2001 的矩阵 B，为了确定夹杂物质的边界，假定矩阵 C 是建立在矩阵 B 的基础上，每一个 B 中的点对于两个 0 或者 1 元素的数组，即一个 2751X2001X2 的 0-1 矩阵。

[0017] (4.1) 约定如下从 A 确定矩阵 B 的算法：

若 $C(i, j) = (0, 0)$ ，则线 $B(i, j) - B(i, j+1)$ 和 $B(i, j) - B(i+1, j)$ 均不是边界；

若 $C(i, j) = (1, 0)$ ，则线 $B(i, j) - B(i, j+1)$ 为边界， $B(i, j) - B(i+1, j)$ 均不是边界；

若 $C(i, j) = (0, 1)$ ，则线 $B(i, j) - B(i, j+1)$ 不是边界， $B(i, j) - B(i+1, j)$ 是边界；

若 $V(i, j) = (1, 1)$ ，则线 $B(i, j) - B(i, j+1)$ 和 $B(i, j) - B(i+1, j)$ 均是边界；

(4.2) 初始化 $(m+1) \times (n+1)$ 的矩阵 B 全部为 0，下面开始分析如何从矩阵 A 得到矩阵 B，算法如下：

对于边界 $i=1$ ， $C(i, j, 1) = A(i, j)$ ；

对于边界 $j=1$ ， $C(i, j, 2) = A(i, j)$ ；

对于边界 $i=m$ ， $C(i+1, j, 1) = A(i, j)$ ；

对于边界 $j=n$ ， $C(i, j+1, 2) = A(i, j)$ 。

对于非边界点，则定义：如果 $A(i, j) = A(i+1, j)$ 则 $C(i, j, 1) = 0$ ；反之 $C(i, j, 1) = 1$ ；若 $A(i, j) = A(i, j+1)$ 则 $C(i, j, 2) = 0$ ；反之 $C(i, j, 2) = 1$ 。

[0018] (5) 搜索连接已经获取的结构边界，选取任意非零的点开始，根据线条之间的连通关系，当寻找到的点形成封闭的回路时，则确定某一夹杂块体的边界，搜寻完毕后根据点组成向量之间的关系（如一个块体由点 P1, P2, P3 和 P4 首尾相连，计算向量 P1-P2 与 P2-P3 之间的叉乘，若为正则逆时针，反之为顺时针，由此可以以统一的顺序对每条线进行编号；然后进行下一块体的搜寻直到搜索结束，得到如图 4 的锯齿形边界，再采用边界光滑方法将原有的锯齿形边界平滑处理并转换为矢量图片存储。最终结果见附图 5。

[0019] (6) 离散元模型的建立。首先建立初始离散元颗粒模型,生成颗粒集合,利用点与多边形的拓扑关系判断方法,将所有的颗粒随机地投放到填充区域内。离散元模型得以生成,见附图 6。

[0020] (7)如图 7 所示,展开 4 个法向围压(200Kpa、400Kpa、600Kpa、800Kpa)下的直剪数值试验。

[0021] (8)记录不同围压下剪应力-剪切位移试验曲线图,如图 8 所示,寻求不同围压下的峰值剪应力,然后绘制拟合法向应力-剪切强度图,得到岩土体材料抗剪强度值。

[0022] 以上结合附图对本发明的实施方式做出详细说明,但本发明不局限于所描述的实施方式。对本领域的普通技术人员而言,在本发明的原理和技术思想的范围内,对这些实施方式进行实施方式进行多种变化、修改、替换和变形仍落入本发明的保护范围内。

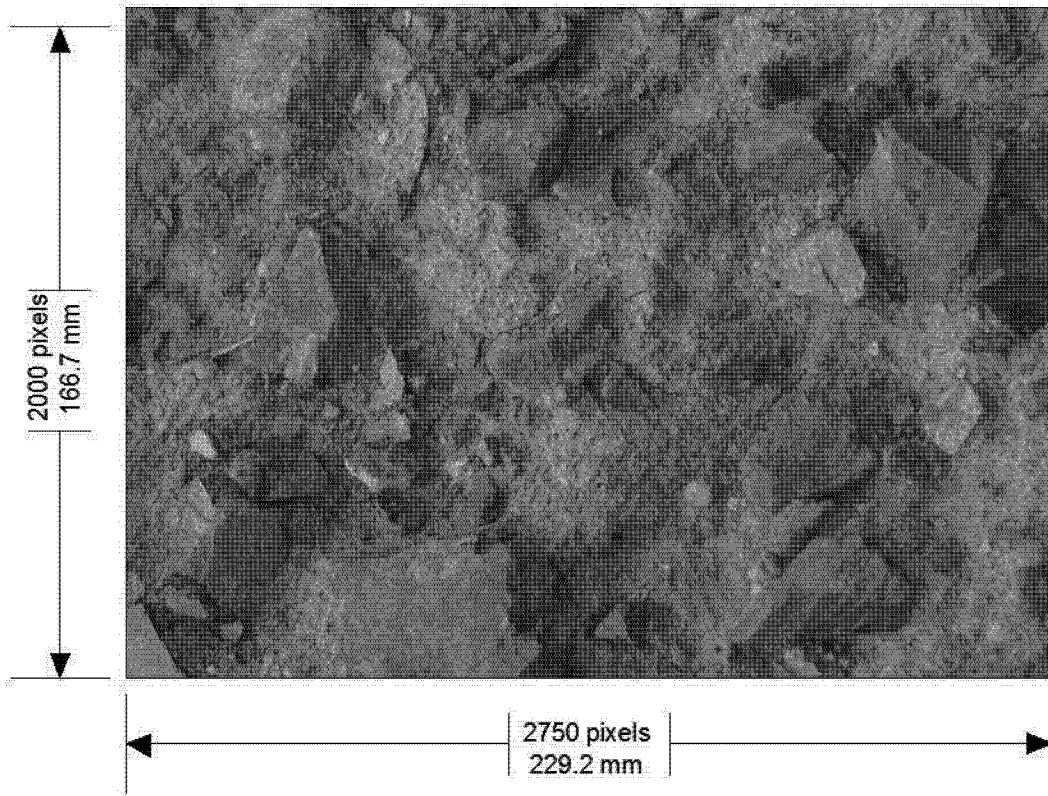


图 1

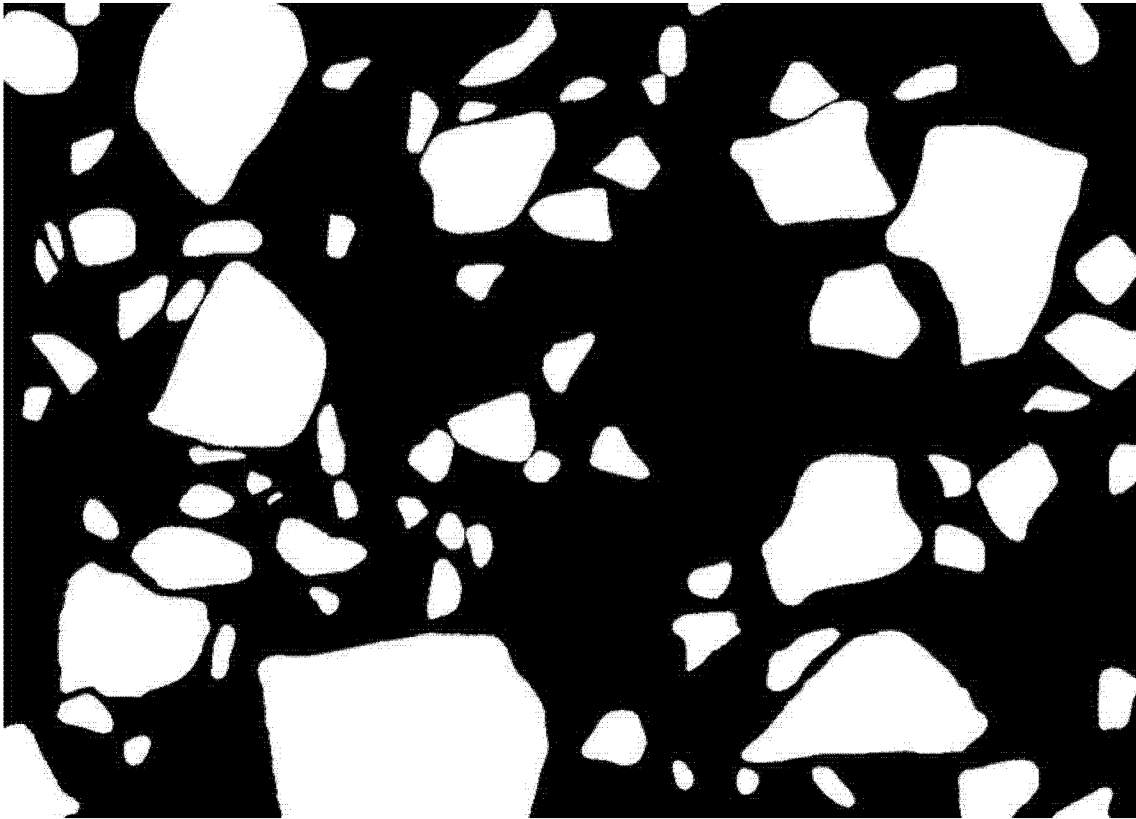


图 2

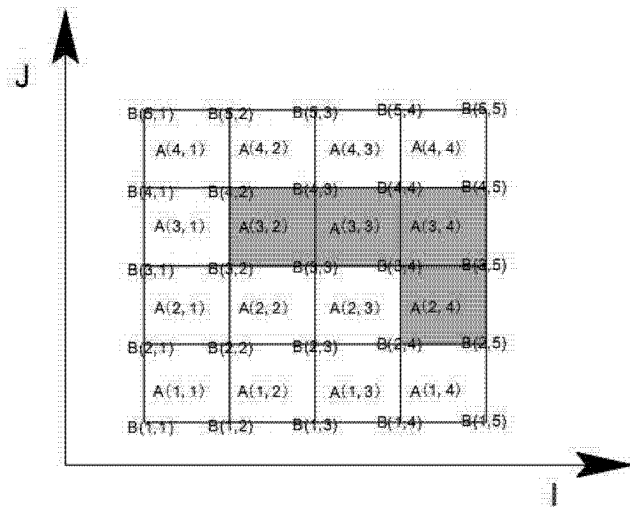


图 3

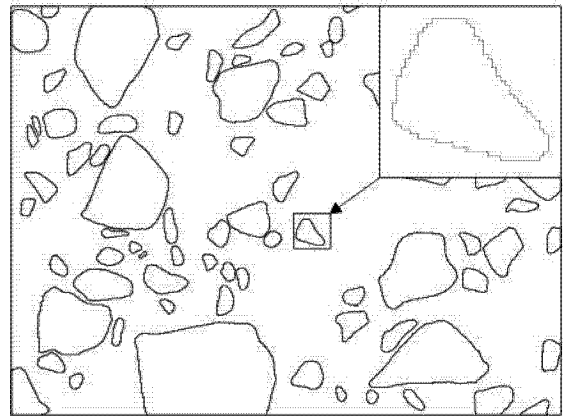


图 4

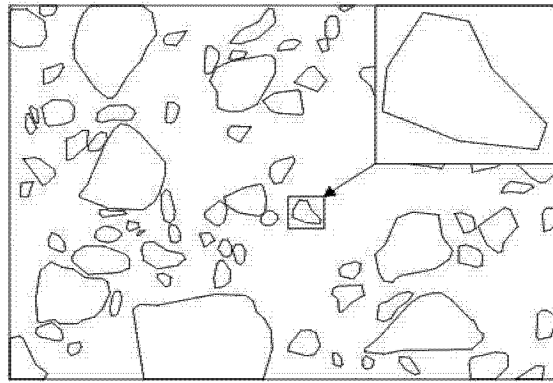


图 5

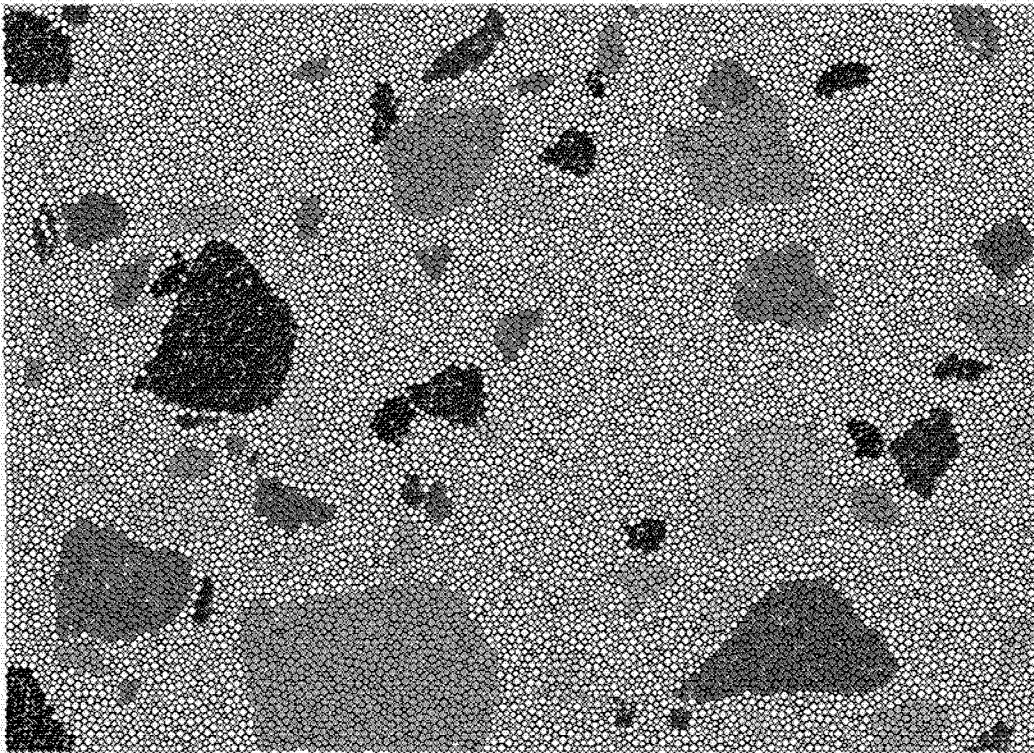


图 6

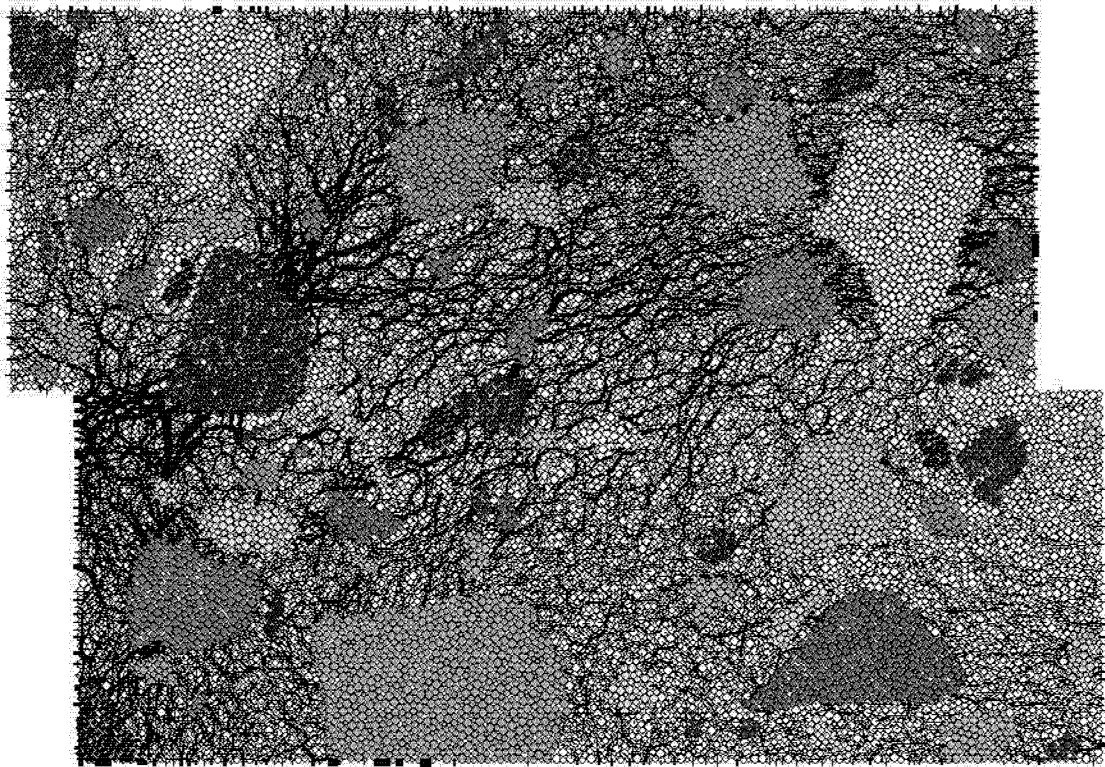


图 7

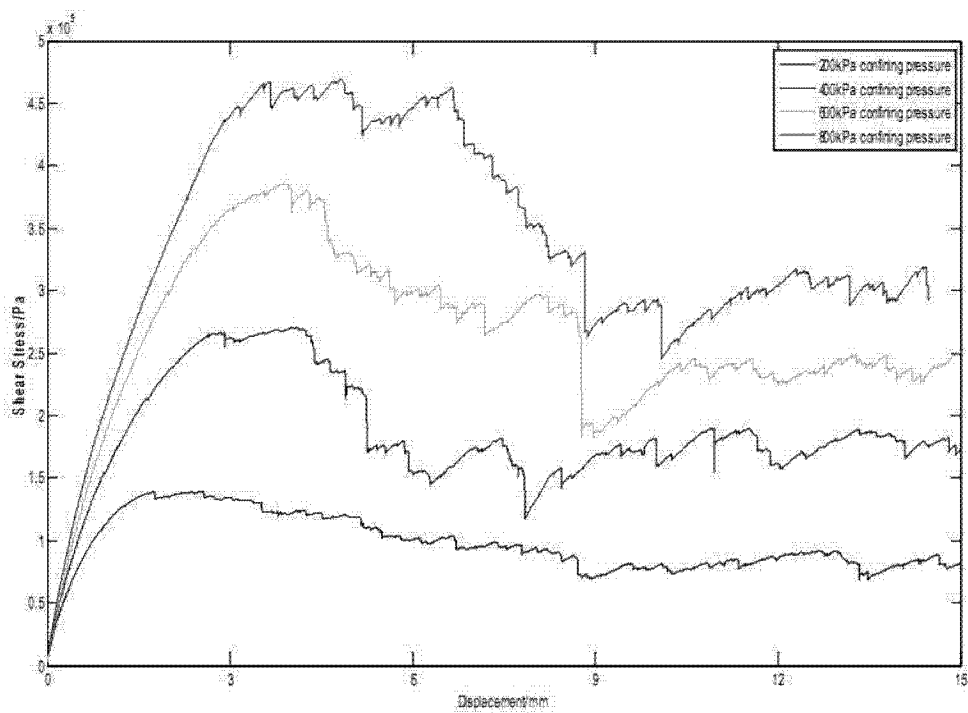


图 8