



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107631960 B

(45)授权公告日 2019.09.06

(21)申请号 201710715962.9

审查员 陆坚

(22)申请日 2017.08.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107631960 A

(43)申请公布日 2018.01.26

(73)专利权人 浙江海洋大学

地址 316022 浙江省舟山市普陀海洋科技
产业园普陀展茅晓辉工业区c2—10地
块

(72)发明人 沈良朵

(74)专利代理机构 上海精晟知识产权代理有限
公司 31253

代理人 冯子玲

(51)Int.Cl.

G01N 13/00(2006.01)

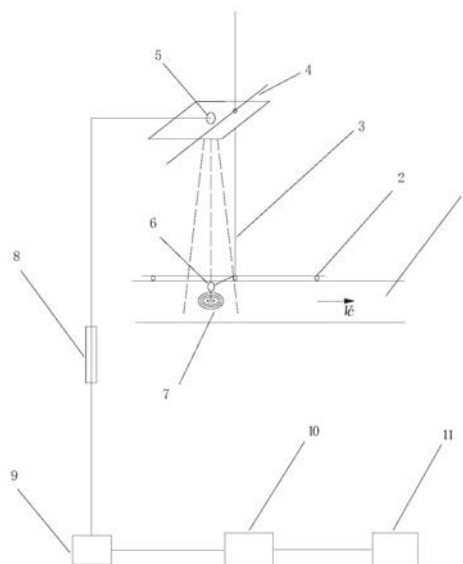
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

海洋物质输移扩散系数CCD自动监测实验装
置及其监测方法

(57)摘要

海洋物质输移扩散系数CCD自动监测实验装置,包括水槽(1),其特征在于:所述水槽(1)的侧边安装有能控制移动速度的滑动架(2),上面安装有垂直移动架(3),水平移动架(4)安装在所述垂直移动架(3)上面,CCD摄像机(5)安装在所述水平移动架(4)上面,所述CCD摄像机(5)下方正对装在所述垂直移动架(3)上面的示踪物质投放装置(6),所需观测记录的示踪物质(7)为所述示踪物质投放装置(6)瞬时投放至水槽(1)的结果,所述CCD摄像机(5)通过数据线顺次连接有采集卡(8)、存储器(9)、处理器(10)和显示及输出装置(11)。本发明的有益效果是,为以后由实验图像序列得到示踪物质浓度随时间的变化关系,从而得到物质在波浪和水流作用下的扩散系数及其运动规律提供有效测量方法。



1. 海洋物质输移扩散系数CCD自动监测实验装置,包括水槽(1),其特征在于:所述水槽(1)的侧边安装有能控制移动速度的滑动架(2),上面安装有垂直移动架(3),水平移动架(4)安装在所述垂直移动架(3)上面,CCD摄像机(5)安装在所述水平移动架(4)上面,所述CCD摄像机(5)下方正对装在所述垂直移动架(3)上面的示踪物质投放装置(6),所需观测记录的示踪物质(7)为所述示踪物质投放装置(6)瞬时投放至水槽(1)的结果,所述CCD摄像机(5)通过数据线顺次连接有采集卡(8)、存储器(9)、处理器(10)和显示及输出装置(11)。

2. 一种使用如权利要求1所述的海洋物质输移扩散系数CCD自动监测实验装置进行海洋物质输移扩散系数CCD自动监测的方法,其特征在于:包括如下步骤,

1) 将水槽(1)底面测量区域采用白色水泥制作,形成白色摄像背景,并按一定距离划分成网格,投放装置(6)中加入示踪物质,示踪物质为墨水,水槽(1)中的波浪和水流按实验所需的量调试好,滑动架(2)以上述波浪和水流共同作用下的流速 V_c 沿水槽(1)运动,CCD摄像机(5)先获取背景帧,然后瞬时投放投放装置(6)中的示踪物质于水槽(1)中形成所需观测记录的示踪物质(7)并将投放装置旋转到不会遮挡CCD摄像机(5)的位置,示踪物质(7)将以输移速度 V_c 加点源扩散的形式沿水槽(1)运动,而CCD摄像机(5)同样以输移速度 V_c 的形式运动并获取示踪物质图像的当前目标帧,一方面可简化输移扩散为简单的自由扩散,另一方面CCD摄像机(5)始终能基本正对示踪物质(7)中心点,减少相机镜头畸变的影响,使以后由CCD图片获得浓度等值线更准确,最终能更快速更准确地测得给定波浪和水流作用下的扩散系数;

2) 减法操作,采用背景差法检测出示踪物质(7)区域,具体地:将当前含有运动目标的目标帧图像和背景帧图像相减,通过处理器(10)处理后的图像示踪物质部分与环境实现分离,并被反白显示;

3) 同态滤波,增强图像细节的同时尽量保留图像的低频分量,采用基于照度—反射模型的同态滤波增强方法来去除干扰、增强图像清晰度,经同态滤波后的图像比之前的图像灰度层次更鲜明;

4) 设置阈值并二值化,经同态滤波后的示踪物质图像很好地实现了与背景的分离,此时进一步对该图像进行边缘检测处理,通过图像二值化可得到物质输移扩散的浓度轮廓线,即利用图像的浓度灰度直方图,根据一给定阈值进行分割,小于阈值的点作为背景,将灰度值取为0表示背景为黑色,反之作为污染物经过的区域,将灰度值取为1表示背景为白色,灰度值为1的区域的边界线即为浓度轮廓线;得到的二值化图像包含过小的灰度值为0的区域,需进一步进行平滑图像的轮廓,融合窄的缺口和细长的弯口,去掉小洞,填补轮廓上的缝隙,得到具有单一区域的完好二值图像;二值图像细化处理,可以很好地得到物质输移的骨架:包括中心线和分枝;

5) 形态学处理、除噪,由于示踪物质图像扩散边缘不是光滑的,导致图像在细化过程中不可避免地出现毛刺、分枝等信息,破坏了中心线的单向一致性,采用曲线追踪技术的剪枝算法,对所得图像骨架进行剪枝,以使得剪枝后的骨架仅由一条主干中心线构成形成完整二值图像;

6) 图像灰度拟合和等浓度线,由于外界环境如光线、灰尘、信号干扰以及CCD感光等因素的影响,使得采集到的墨水图片灰度等并非成理想中的光滑曲面,少数像素位置灰度有较大突变,这使得由该曲面得到的等浓度线不光滑,有较多毛刺,故为了得到光滑的等浓度

线,需要运用样条函数进行曲面拟合,得到光滑的灰度分布,在此基础上可得到光滑的等浓度线;

7) 通过步骤1) -6) 所得到的示踪物质扩散轮廓线、中心线和等值线均基于图像像素坐标;借助步骤1) 中的定位网格线,将图像的像素坐标转化为实际的物理坐标,最终得到示踪图像分布良好的相对等浓度线、轮廓线和浓度中心线。

海洋物质输移扩散系数CCD自动监测实验装置及其监测方法

技术领域

[0001] 本发明涉一种海洋物质输移扩散系数CCD自动监测实验装置及其监测方法,属于海洋环境监测技术领域。

背景技术

[0002] 海岸污染物图像序列隐含丰富的物质输移扩散的重要特征,通过CCD图片得到所需要的信息具有广泛的应用价值。传统的接触式和单点式测量方法很难全面高效地得到需要的实验结果,而利用CCD等摄像设备进行测量记录,定量地研究物质输移扩散的重要特征,更具有实用性。

[0003] 为了使沿海经济环境和谐可持续发展,趋利避害,必须要了解沿海海洋水动力特性及其水体中物质的输移扩散规律。这样一方面可以根据这些特性和规律制定合适的排污方案,使污水快速远离海岸,迅速净化;另一方面可以用来预报相应的灾害损失,提前做好灾害评估和预防工作。此外,还可根据这一规律指导海洋养殖的物质投放,从而预估养殖区所需关注的物质浓度随时间的变化过程,以便更好地指导渔业生产。

[0004] 专利CN104281913A公布了一种涉及海洋环境监测任务评估实现方法及系统。该方法,包括:将海洋环境监测任务按照站位信息或区域信息下发至监测站位或监测区域,其中海洋环境监测任务中包括监测要素、监测参数、监测时间及监测频率;从监测站位或监测区域中查询海洋环境监测任务的成果数据;利用成果数据对海洋环境监测任务的完成状况进行评估,其中评估包括区域评估、站位评估、组织单位评估及海区评估。本发明提供的海洋环境监测任务评估实现方法及系统,缩短了任务下发时间,保证海洋环境监测任务下发的准确性;本发明中可以从监测站位或监测区域中实时获取海洋环境监测任务的实施信息,实现对海洋环境监测任务的实时监控。

[0005] 又如专利CN104252664A公布了一种涉及海洋环境监测数据报送审核实现方法及装置。该方法,包括:接收用户的数据上报指令;根据上报指令接收用户按照海洋环境监测任务导入的海洋环境监测数据;对接收的海洋环境监测数据进行自动审核,其中自动审核包括对海洋环境监测数据进行数据内容与数据格式审核、数据单位转换及缺省数据自动填补;将自动审核通过的海洋环境监测数据上报。本发明提供的海洋环境监测数据报送审核实现方法及装置,对用户导入的海洋环境监测数据按照设定的审核标准从数据内容、数据格式、数据单位及数据缺省填补方面进行自动审核,提高了数据审核上报的效率且减少出错的概率,满足海洋环境监测数据审核上报的实际需求。

[0006] 海岸物质输移图像包含丰富的物理信息,目前国内通过海岸物质输移图像进行分析的研究比较有限并且不够深入,包含物质输移图像的实验研究和数值分析。对于物质输移图像的实验研究,以往将CCD镜头固定在某一较大高度处,而示踪物质是随流输移扩散的,这就使得CCD难以正面捕捉示踪物质浓度图像,有较大的镜头畸变,同时会使后面由示踪物质图像等浓度线得到相应的扩散系数更为不便;对于示踪图像处理分析,以往所用的语言有C、C++、VB等,缺乏现成的图像处理模块,语句一般很长,很容易出现语法错误。该发

明一方面提供可行的波流作用下扩散系数的非接触测量实验方案,克服镜头畸变的不利影响,另一方面整合强大的MATLAB图像处理工具箱快速对所观测图像进行分析处理,从而快速得到所测波流共同下的扩散系数。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服上述现有技术的不足,通过可控制移动速度的滑动架使得CCD能基本正面捕捉示踪物质浓度图像,克服镜头畸变的不利影响,同时使得随流输移扩散转换为简单的自由扩散;同时利用MATLAB强大的函数工具箱所提供的内建函数,经图像形态学处理平滑墨水图像轮廓,融合窄小缺口,降低了环境和设备所带来的干扰噪音;用曲面拟和克服了图片灰度突变所造成的等浓度线中含较多毛刺的缺陷,从而得到光滑的等浓度线、浓度中心线和轮廓线,通过相关性理论分析,进而可得到物质输移随时间的浓度分布及其扩散系数,为物质输移扩散进一步分析提供必要数据。

[0008] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0009] 海洋物质输移扩散系数CCD自动监测实验装置,包括水槽(1),其特征在于:所述水槽(1)的侧边安装有能控制移动速度的滑动架(2),上面安装有垂直移动架(3),水平移动架(4)安装在所述垂直移动架(3)上面,CCD摄像机(5)安装在所述水平移动架(4)上面,所述CCD摄像机(5)下方正对装在所述垂直移动架(3)上面的示踪物质投放装置(6),所需观测记录的示踪物质(7)为所述示踪物质投放装置(6)瞬时投放至水槽(1)的结果,所述CCD摄像机(5)通过数据线顺次连接有采集卡(8)、存储器(9)、处理器(10)和显示及输出装置(11)。

[0010] 基于上述装置,本发明还提出一种海洋物质输移扩散系数CCD自动监测方法,其特征在于:包括如下步骤,

[0011] 1) 将水槽(1)底面测量区域采用白色水泥制作,形成白色摄像背景,并按一定距离划分成网格,投放装置(6)中加入示踪物质,示踪物质为墨水,水槽(1)中的波浪和水流按实验所需的量调试好,滑动架(2)以上述波浪和水流共同作用下的流速 V_c 沿水槽(1)运动,CCD摄像机(5)先获取背景帧,然后瞬时投放投放装置(6)中的示踪物质于水槽(1)中形成所需观测记录的示踪物质(7)并将投放装置旋转到不会遮挡CCD摄像机(5)的位置,示踪物质(7)将以输移速度 V_c 加点源扩散的形式沿水槽(1)运动,而CCD摄像机(5)同样以输移速度 V_c 的形式运动并获取示踪物质图像的当前目标帧,一方面可简化输移扩散为简单的自由扩散,另一方面CCD摄像机(5)始终能基本正对示踪物质(7)中心点,减少相机镜头畸变的影响,使以后由CCD图片获得浓度等值线更准确,最终能更快速更准确地测得给定波浪和水流作用下的扩散系数;

[0012] 2) 减法操作,采用背景差法检测出示踪物质(7)区域,具体地:将当前含有运动目标的目标帧图像和背景帧图像相减,通过处理器(10)处理后的图像示踪物质部分与环境实现分离,并被反白显示;

[0013] 3) 同态滤波,增强图像细节的同时尽量保留图像的低频分量,采用基于照度一反射模型的同态滤波增强方法来去除干扰、增强图像清晰度,经同态滤波后的图像比之前的图像灰度层次更鲜明;

[0014] 4) 设置阈值并二值化,经同态滤波后的示踪物质图像很好地实现了与背景的分离,此时进一步对该图像进行边缘检测处理,通过图像二值化可得到物质输移扩散的浓度

轮廓线,即利用图像的浓度灰度直方图,根据一给定阈值进行分割,小于阈值的点作为背景,将灰度值取为0表达为黑色,反之作为污染物经过的区域,将灰度值取为1表达为白色,灰度值为1的区域的边界线即为浓度轮廓线;得到的二值化图像包含过小的灰度值为0的区域,需进一步进行平滑图像的轮廓,融合窄的缺口和细长的弯口,去掉小洞,填补轮廓上的缝隙,得到具有单一区域的完好二值图像;二值图像细化处理,可以很好地得到物质输移的骨架:包括中心线和分枝;

[0015] 5) 形态学处理、除噪,由于示踪物质图像扩散边缘不是光滑的,导致图像在细化过程中不可避免地出现毛刺、分枝等信息,破坏了中心线的单向一致性,采用曲线追踪技术的剪枝算法,对所得图像骨架进行剪枝,以使得剪枝后的骨架仅由一条主干中心线构成形成完整二值图像;

[0016] 6) 图像灰度拟合和等浓度线,由于外界环境如光线、灰尘、信号干扰以及CCD感光等因素的影响,使得采集到的墨水图片灰度等并非成理想中的光滑曲面,少数像素位置灰度有较大突变,这使得由该曲面得到的等浓度线不光滑,有较多毛刺,故为了得到光滑的等浓度线,需要运用样条函数进行曲面拟合,得到光滑的灰度分布,在此基础上可得到光滑的等浓度线;

[0017] 7) 通过步骤1)-6)所得到的示踪物质扩散轮廓线、中心线和等值线均基于图像像素坐标;借助步骤1)中的定位网格线,将图像的像素坐标转化为实际的物理坐标,最终得到示踪图像分布良好的相对等浓度线、轮廓线和浓度中心线。

[0018] 本发明的有益效果是,本发明通过可控制移动速度的滑动架使得CCD能基本正面捕捉示踪物质浓度图像,克服镜头畸变的不利影响,同时使得随流输移扩散转换为简单的自由扩散;同时利用MATLAB强大的函数工具箱所提供的内建函数,经图像形态学处理平滑墨水图像轮廓,融合窄小缺口,降低了环境和设备所带来的干扰噪音;用曲面拟和克服了图片灰度突变所造成的等浓度线中含较多毛刺的缺陷,从而得到光滑的等浓度线、浓度中心线和轮廓线,通过相关性理论分析,进而可得到物质输移随时间的浓度分布及其扩散系数,为物质在波浪和水流作用下的扩散系数及其运动规律提供有效测量方法。

附图说明

[0019] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0020] 图1是海洋物质输移扩散系数CCD自动监测实验装置的结构示意图;

[0021] 图2是海洋物质输移扩散系数CCD自动监测的流程图;

[0022] 图3是CCD摄像机拍摄的目标帧图;

[0023] 图4是本方法得出的最终结果图。

具体实施方式

[0024] 以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0025] 如图1所示,海洋物质输移扩散系数CCD自动监测实验装置,包括水槽1,所述水槽1的侧边安装有能控制移动速度的滑动架2,上面安装有垂直移动架3,水平移动架4安装在所述垂直移动架3上面,CCD摄像机5安装在所述水平移动架4上面,所述CCD摄像机5下方正对

装在所述垂直移动架3上面的示踪物质投放装置6,所需观测记录的示踪物质7为所述示踪物质投放装置6瞬时投放至水槽1的结果,所述CCD摄像机5通过数据线顺次连接有采集卡8、存储器9、处理器10和显示及输出装置11。

[0026] 基于上述装置,本发明还提出一种海洋物质输移扩散系数CCD自动监测方法,其特征在于:包括如下步骤,

[0027] 1) 将水槽1底面测量区域采用白色水泥制作,形成白色摄像背景,并按一定距离划分成网格,投放装置6中加入示踪物质,示踪物质为墨水,水槽1中的波浪和水流按实验所需的量调试好,滑动架2以上述波浪和水流共同作用下的流速 V_c 沿水槽1运动,CCD摄像机5先获取背景帧,然后瞬时投放投放装置6中的示踪物质于水槽1中形成所需观测记录的示踪物质7并将投放装置旋转到不会遮挡CCD摄像机5的位置,示踪物质7将以输移速度 V_c 加点点源扩散的形式沿水槽1运动,而CCD摄像机5同样以输移速度 V_c 的形式运动并获取示踪物质图像的当前目标帧,一方面可简化输移扩散为简单的自由扩散,另一方面CCD摄像机5始终能基本正对示踪物质7中心点,减少相机镜头畸变的影响,使以后由CCD图片获得浓度等值线更准确,最终能更快速更准确地测得给定波浪和水流作用下的扩散系数;

[0028] 2) 减法操作,采用背景差法检测出示踪物质7区域,具体地:将当前含有运动目标的目标帧图像和背景帧图像相减,通过处理器10处理后的图像示踪物质部分与环境实现分离,并被反白显示;

[0029] 3) 同态滤波,增强图像细节的同时尽量保留图像的低频分量,采用基于照度一反射模型的同态滤波增强方法来去除干扰、增强图像清晰度,经同态滤波后的图像比之前的图像灰度层次更鲜明;

[0030] 4) 设置阈值并二值化,经同态滤波后的示踪物质图像很好地实现了与背景的分,此时进一步对该图像进行边缘检测处理,通过图像二值化可得到物质输移扩散的浓度轮廓线,即利用图像的浓度灰度直方图,根据一给定阈值进行分割,小于阈值的点作为背景,将灰度值取为0表达为黑色,反之作为污染物经过的区域,将灰度值取为1表达为白色,灰度值为1的区域的边界线即为浓度轮廓线;得到的二值化图像包含过小的灰度值为0的区域,需进一步进行平滑图像的轮廓,融合窄的缺口和细长的弯口,去掉小洞,填补轮廓上的缝隙,得到具有单一区域的完好二值图像;二值图像细化处理,可以很好地得到物质输移的骨架:包括中心线和分枝;

[0031] 5) 形态学处理、除噪,由于示踪物质图像扩散边缘不是光滑的,导致图像在细化过程中不可避免地出现毛刺、分枝等信息,破坏了中心线的单向一致性,采用曲线追踪技术的剪枝算法,对所得图像骨架进行剪枝,以使得剪枝后的骨架仅由一条主干中心线构成形成完整二值图像;

[0032] 6) 图像灰度拟合和等浓度线,由于外界环境如光线、灰尘、信号干扰以及CCD感光等因素的影响,使得采集到的墨水图片灰度等并非成理想中的光滑曲面,少数像素位置灰度有较大突变,这使得由该曲面得到的等浓度线不光滑,有较多毛刺,故为了得到光滑的等浓度线,需要运用样条函数进行曲面拟合,得到光滑的灰度分布,在此基础上可得到光滑的等浓度线;

[0033] 7) 通过步骤1)-6)所得到的示踪物质扩散轮廓线、中心线和等值线均基于图像像素坐标;借助步骤1)中的定位网格线,将图像的像素坐标转化为实际的物理坐标,最终得到

示踪图像分布良好的相对等浓度线、轮廓线和浓度中心线。建立相对浓度等值线序列与扩散系数的对应关系。对投放量为M位于 $x=0$, $y=0$ 处的瞬时点源解为

$$C_t(x, y, t) = \frac{M}{4\pi t \sqrt{K_x K_y}} \exp \left[- \left(\frac{x^2}{4K_x t} + \frac{y^2}{4K_y t} \right) \right], \text{中心 } x=0, y=0 \text{ 处最大浓度为}$$

$$C_c = \frac{M}{4\pi t \sqrt{K_x K_y}}, \text{则 } C_{tx}/C_c = \exp(-x^2/4K_x t), C_{ty}/C_c = \exp(-y^2/4K_y t), \text{可得 } x \text{ 和 } y \text{ 方向的扩散系}$$

$$\text{数 } K_x = -\frac{1}{4} \ln \left(\frac{C_{tx}}{C_c} \right)^{-1} \frac{x^2}{t}, \quad K_y = -\frac{1}{4} \ln \left(\frac{C_{ty}}{C_c} \right)^{-1} \frac{y^2}{t}, \text{对上述步骤1)-7) 所得到的等浓度线序列,}$$

比值 C_t/C_c 为常数,将该等浓度线所对应上式中的 x 和 y 记为 a 和 b ,并将以上两式两边同乘以 t ,并在波浪周期上作时间平均,然后对方程两边求时间的导数,即可得周期平均的纵向和

$$\text{横向扩散系数 } \bar{K}_x = -\frac{1}{4} \ln \left(\frac{C_{tx}}{C_c} \right)^{-1} \frac{d\overline{a^2}}{dt}, \quad \bar{K}_y = -\frac{1}{4} \ln \left(\frac{C_{ty}}{C_c} \right)^{-1} \frac{d\overline{b^2}}{dt}。$$

[0034] 由上述步骤1)~7) 可得浓度等值线图4,其中 $a_{10\%}$ 和 $b_{10\%}$ 表示浓度比值 C_t/C_c (相对浓度)为10%时的 a 和 b ,由其随时间变化的序列即可进一步得到相应的扩散系数。这为物质在波浪和水流作用下的扩散系数及其运动规律提供了有效的测量方法。

[0035] 尽管上面对本发明说明性的具体实施方式进行了描述,以便于本技术领域的技术人员能够理解本发明,但是本发明不仅限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员而言,只要各种变化只要在所附的权利要求限定和确定的本发明精神和范围内,一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

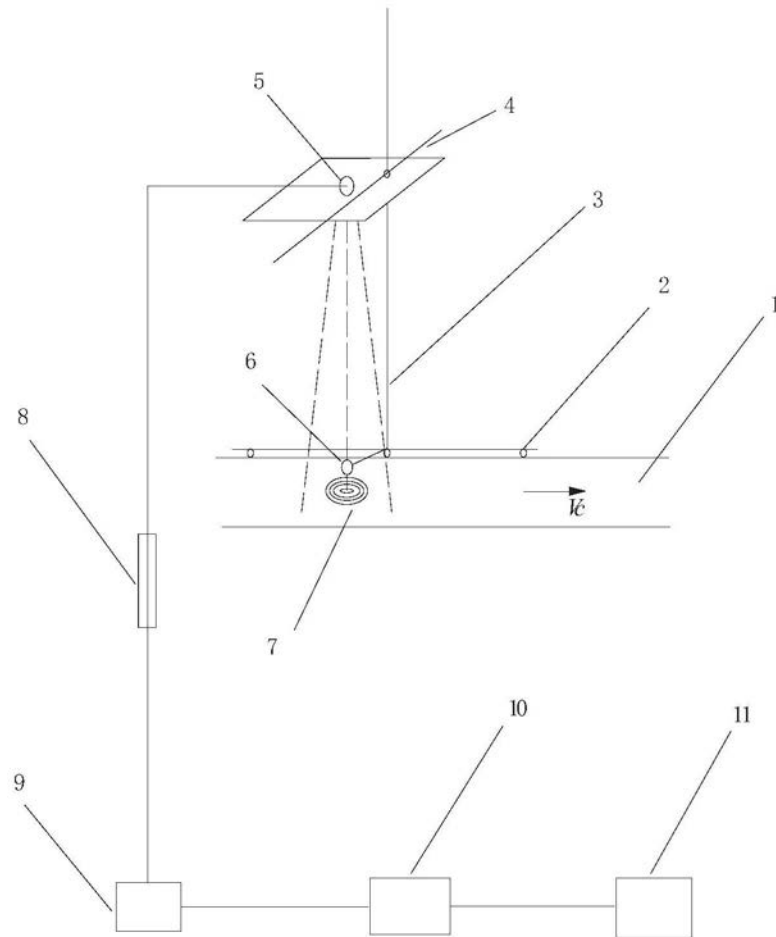


图1

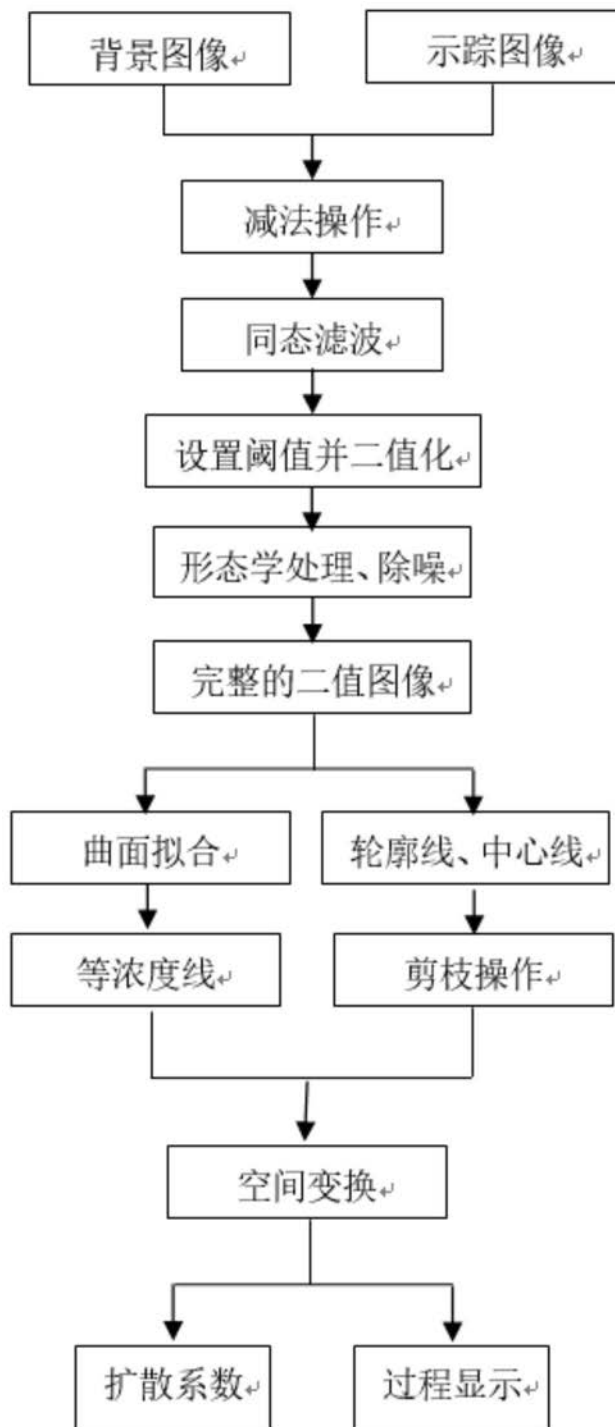


图2

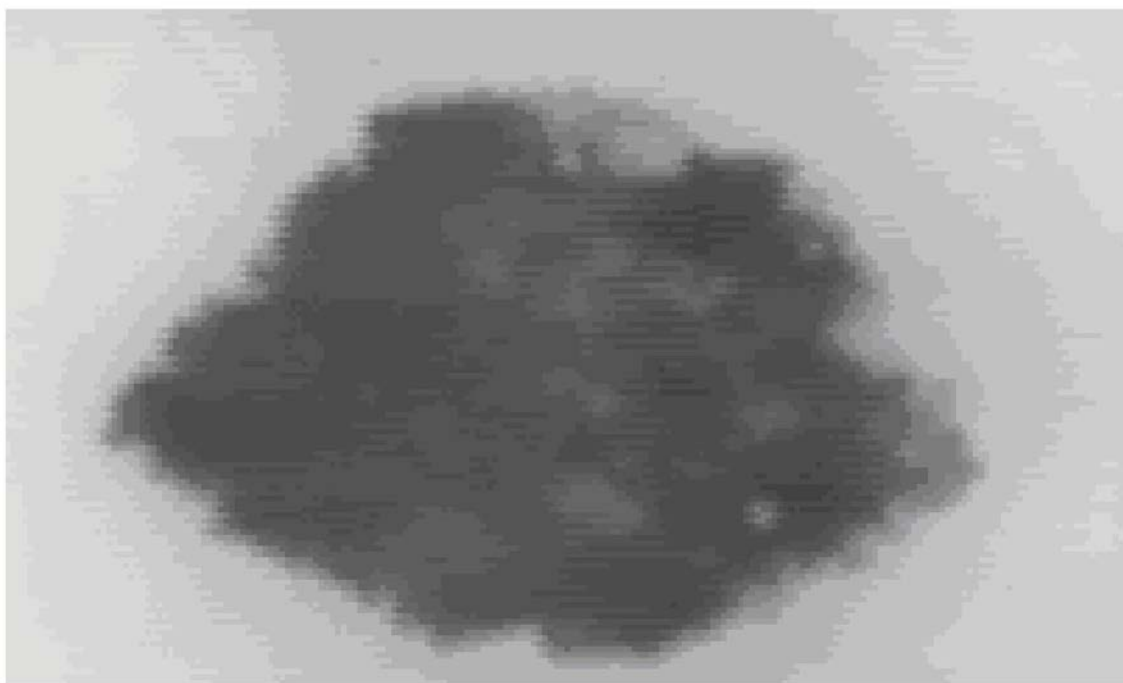


图3

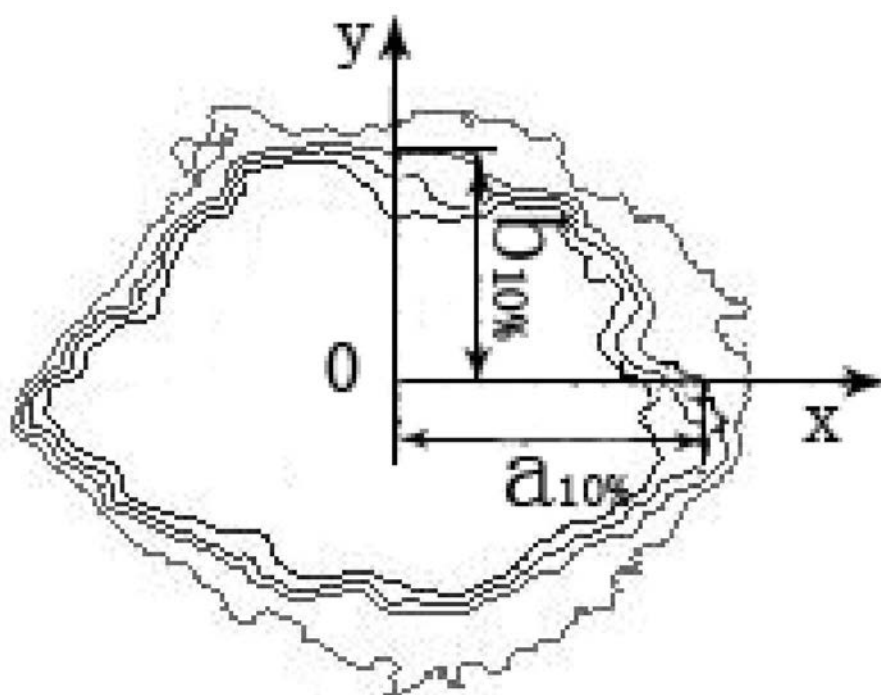


图4