



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106840407 A

(43)申请公布日 2017.06.13

(21)申请号 201611266598.4

(22)申请日 2016.12.31

(71)申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路  
1037号

(72)发明人 张天序 姚守悝 姚连兴 王凤林  
侯秋萍

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心  
42201

代理人 李智

(51)Int.Cl.

G01J 5/00(2006.01)

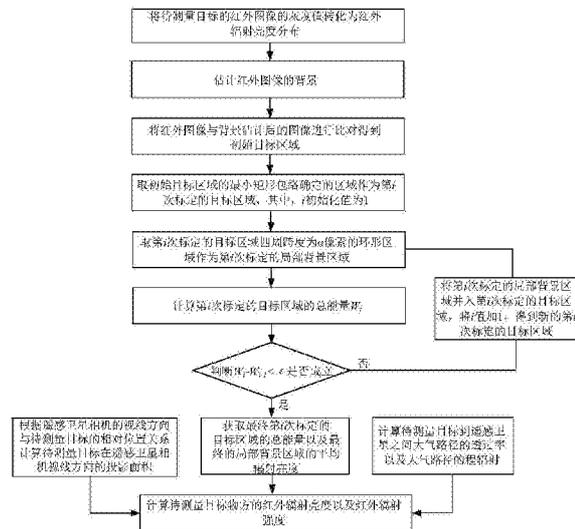
权利要求书3页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量方法及系统,其中,方法的实现包括:通过逐步扩大目标区域,并判断扩大目标区域前后的目标红外辐射总能量的变化情况来进行红外辐射能量的提取,并由此计算待测量目标物方的红外辐射亮度,解决了目前红外辐射特性测量方法不能有效解决基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量的技术难题。



1. 一种基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量方法,其特征在于,包括:

(1) 将待测量目标的红外图像的灰度值转化为红外辐射亮度分布;

(2) 估计所述红外图像的背景;

(3) 将所述红外图像与背景估计后的图像进行比对得到初始目标区域;

(4) 取所述初始目标区域的最小矩形包络确定的区域作为第*i*次标定的目标区域,其中,*i*初始化值为1;

(5) 取所述第*i*次标定的目标区域四周跨度为 $\sigma$ 像素的环形区域作为第*i*次标定的局部背景区域;

(6) 由公式: $W_i = (L_{t_i} - L_{b_i}) N_i R^2 \mathcal{Q}_1 \mathcal{Q}_2$  计算所述第*i*次标定的目标区域的总能量 $W_i$ ,其中, $L_{t_i}$ 表示所述第*i*次标定的目标区域的平均辐射亮度, $L_{b_i}$ 表示所述第*i*次标定的局部背景区域的平均辐射亮度, $R$ 表示所述待测量目标到遥感卫星的距离, $N_i$ 表示所述第*i*次标定的目标区域的像素个数, $\mathcal{Q}_1$ 表示相机行方向瞬时视场, $\mathcal{Q}_2$ 表示相机列方向瞬时视场;

(7) 判断 $W_i - W_{i-1} < \varepsilon$ 是否成立,若成立则执行步骤(9),否则执行步骤(8),其中, $W_i$ 表示当前第*i*次标定的目标区域的总能量, $W_{i-1}$ 表示上一次标定的目标区域的总能量, $\varepsilon$ 为预设值;

(8) 将所述第*i*次标定的局部背景区域并入所述第*i*次标定的目标区域,将*i*值加1,得到新的第*i*次标定的目标区域,并执行步骤(5)

(9) 获取最终第*i*次标定的目标区域的总能量 $W_{last}$ 以及最终的局部背景区域的平均辐射亮度 $L_{blast}$ ;

(10) 计算所述待测量目标到遥感卫星之间大气路径的透过率 $\tau_a$ 以及大气路径的程辐射 $L_r$ ;

(11) 根据遥感卫星相机的视线方向与所述待测量目标的相对位置关系计算所述待测量目标在遥感卫星相机视线方向的投影面积 $A_t$ ;

(12) 由公式: $L = \frac{1}{\tau_a} \left( \frac{W_{last}}{A_t} + L_{blast} - L_r \right)$  计算所述待测量目标物方的红外辐射亮度,由公式: $I = LA_t$  计算所述待测量目标物方的红外辐射强度。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤(1)具体包括以下子步骤:

(1-1) 确定波长下限 $\lambda_1$ ,波长上限 $\lambda_2$ ;

(1-2) 根据遥感卫星相机的温度定标参数将待测量目标的红外图像的灰度值转化为温度值;

(1-3) 根据普朗克定律计算像方温度分布在特定波段 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ 上的像方辐射亮度分布。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,在步骤(6)中 $L_{b_i}$ 的计算方式为:

$L_{b_i} = \frac{1}{N_{b_i}} \sum_{(x,y) \in D_{b_i}} L_{b(x,y)}$ , 其中, $N_{b_i}$ 表示所述第*i*次标定的局部背景区域的像素个数, $D_{b_i}$ 表示所述第*i*次标定的局部背景区域在像平面上的坐标集合, $L_{b(x,y)}$ 表示 $D_{b_i}$ 中与坐标 $(x,y)$ 对应坐标点处的辐射亮度。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,在步骤(6)中 $L_{t_i}$ 的计算方式为:

$L_{t_i} = \frac{1}{N_{t_i}} \sum_{(x,y) \in D_{t_i}} (L_{t(x,y)} - L_{b_i})$ , 其中,  $N_{t_i}$  表示所述第  $i$  次标定的目标区域的像素个数,  $D_{t_i}$  表示所述第  $i$  次标定的目标区域在像平面上的坐标集合,  $L_{t(x,y)}$  表示  $D_{t_i}$  中与坐标  $(x,y)$  对应坐标点处的辐射亮度。

5. 一种基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量系统, 其特征在于, 包括:

第一确定模块, 用于将待测量目标的红外图像的灰度值转化为红外辐射亮度分布;

第二确定模块, 用于估计所述红外图像的背景;

第三确定模块, 用于将所述红外图像与背景估计后的图像进行比对得到初始目标区域;

第四确定模块, 用于取所述初始目标区域的最小矩形包络确定的区域作为第  $i$  次标定的目标区域, 其中,  $i$  初始化值为 1;

第五确定模块, 用于取所述第  $i$  次标定的目标区域四周跨度为  $\sigma$  像素的环形区域作为第  $i$  次标定的局部背景区域;

第一计算模块, 用于由公式:  $W_i = (L_{t_i} - L_{b_i}) N_i R^2 \mathcal{G}_1 \mathcal{G}_2$  计算所述第  $i$  次标定的目标区域的总能量  $W_i$ , 其中,  $L_{t_i}$  表示所述第  $i$  次标定的目标区域的平均辐射亮度,  $L_{b_i}$  表示所述第  $i$  次标定的局部背景区域的平均辐射亮度,  $R$  表示所述待测量目标到遥感卫星的距离,  $N_i$  表示所述第  $i$  次标定的目标区域的像素个数,  $\mathcal{G}_1$  表示相机行方向瞬时视场,  $\mathcal{G}_2$  表示相机列方向瞬时视场;

判断模块, 用于判断  $W_i - W_{i-1} < \epsilon$  是否成立, 其中,  $W_i$  表示当前第  $i$  次标定的目标区域的总能量,  $W_{i-1}$  表示上一次标定的目标区域的总能量,  $\epsilon$  为预设值;

第六确定模块, 用于在  $W_i - W_{i-1} < \epsilon$  成立时, 获取最终第  $i$  次标定的目标区域的总能量  $W_{last}$  以及最终的局部背景区域的平均辐射亮度  $L_{blast}$ ;

第七确定模块, 用于在  $W_i - W_{i-1} < \epsilon$  不成立时, 将所述第  $i$  次标定的局部背景区域并入所述第  $i$  次标定的目标区域, 将  $i$  值加 1, 得到新的第  $i$  次标定的目标区域, 并驱动所述第五确定模块执行所述取所述第  $i$  次标定的目标区域四周跨度为  $\sigma$  像素的环形区域作为第  $i$  次标定的局部背景区域;

第二计算模块, 用于计算所述待测量目标到遥感卫星之间大气路径的透过率  $\tau_a$  以及大气路径的程辐射  $L_r$ ;

第三计算模块, 用于根据遥感卫星相机的视线方向与所述待测量目标的相对位置关系计算所述待测量目标在遥感卫星相机视线方向的投影面积  $A_t$ ;

第四计算模块, 用于由公式:  $L = \frac{1}{\tau_a} (\frac{W_{last}}{A_t} + L_{blast} - L_r)$  计算所述待测量目标物方的红外辐射亮度, 由公式:  $I = LA_t$  计算所述待测量目标物方的红外辐射强度。

6. 根据权利要求 5 所述的系统, 其特征在于, 所述第一确定模块包括:

第一确定子模块, 用于确定波长下限  $\lambda_1$ , 波长上限  $\lambda_2$ ;

温度值转化模块, 用于根据遥感卫星相机的温度定标参数将待测量目标的红外图像的灰度值转化为温度值;

第五计算模块, 用于根据普朗克定律计算像方温度分布在特定波段  $\lambda_1 \sim \lambda_2$  上的像方辐

射亮度分布。

7. 根据权利要求5或6所述的系统,其特征在于, $L_{b_i}$ 的计算方式为:
$$L_{b_i} = \frac{1}{N_{b_i}} \sum_{(x,y) \in D_{b_i}} L_{b(x,y)},$$
其中, $N_{b_i}$ 表示所述第i次标定的局部背景区域的像素个数, $D_{b_i}$ 表示所述第i次标定的局部背景区域在像平面上的坐标集合, $L_{b(x,y)}$ 表示 $D_{b_i}$ 中与坐标(x,y)对应坐标点处的辐射亮度。

8. 根据权利要求5或6所述的系统,其特征在于, $L_{t_i}$ 的计算方式为:
$$L_{t_i} = \frac{1}{N_{t_i}} \sum_{(x,y) \in D_{t_i}} (L_{t(x,y)} - L_{b_i}),$$
其中, $N_{t_i}$ 表示所述第i次标定的目标区域的像素个数, $D_{t_i}$ 表示所述第i次标定的目标区域在像平面上的坐标集合, $L_{t(x,y)}$ 表示 $D_{t_i}$ 中与坐标(x,y)对应坐标点处的辐射亮度。

## 基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于电磁辐射理论、目标红外辐射特性测量、遥感红外成像交叉技术领域，更具体地，涉及一种基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量方法及系统。

### 背景技术

[0002] 目前国内外目标红外辐射特性测量与反演方法的应用场景是红外测量系统和目标均位于大气层内，然而该方法已经不能满足基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量与反演。

[0003] 基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量与反演的难点在于，遥感卫星一般位于距离地球表面几百公里甚至几万公里的轨道上，接收到的目标辐射能量微弱，成像分辨率低，且目标红外辐射能量会被分散到多个像素，使得目标红外辐射能量与背景红外辐射能量难以区分；在目标的辐射能量传播到遥感卫星的过程中，既经过了一段的大气路径也经过了一段真空路径，辐射能量传播过程复杂。现有的目标红外辐射特性测量方法所假定的场景为红外测量系统和目标均位于大气层内，不适用于基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求，本发明提供了一种基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量方法及系统，通过逐步扩大目标区域，并判断扩大目标区域前后的目标区域红外辐射总能量的变化情况进行红外辐射能量的提取，然后根据提取出的红外辐射能量计算最终目标区域的红外辐射特性。由此解决现有技术中红外辐射特性测量方法不能有效解决基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量的技术难题。

[0005] 为实现上述目的，按照本发明的一个方面，提供了一种基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量方法，包括：

[0006] (1) 将待测量目标的红外图像的灰度值转化为红外辐射亮度分布；

[0007] (2) 估计所述红外图像的背景；

[0008] (3) 将所述红外图像与背景估计后的图像进行比对得到初始目标区域；

[0009] (4) 取所述初始目标区域的最小矩形包络确定的区域作为第*i*次标定的目标区域，其中，*i*初始化值为1；

[0010] (5) 取所述第*i*次标定的目标区域四周跨度为 $\sigma$ 像素的环形区域作为第*i*次标定的局部背景区域；

[0011] (6) 由公式： $W_i = (L_i - L_b) N_i R^2 \theta_1 \theta_2$  计算所述第*i*次标定的目标区域的总能量 $W_i$ ，

其中， $L_i$ 表示所述第*i*次标定的目标区域的平均辐射亮度， $L_b$ 表示所述第*i*次标定的局部背景区域的平均辐射亮度， $R$ 表示所述待测量目标到遥感卫星的距离， $N_i$ 表示所述第*i*次标定的目标区域的像素个数， $\theta_1$ 表示相机行方向瞬时视场， $\theta_2$ 表示相机列方向瞬时视场；

[0012] (7) 判断  $W_i - W_{i-1} < \varepsilon$  是否成立, 若成立则执行步骤 (9), 否则执行步骤 (8), 其中,  $W_i$  表示当前第  $i$  次标定的目标区域的总能量,  $W_{i-1}$  表示上一次标定的目标区域的总能量,  $\varepsilon$  为预设值;

[0013] (8) 将所述第  $i$  次标定的局部背景区域并入所述第  $i$  次标定的目标区域, 将  $i$  值加 1, 得到新的第  $i$  次标定的目标区域, 并执行步骤 (5)

[0014] (9) 获取最终第  $i$  次标定的目标区域的总能量  $W_{last}$  以及最终的局部背景区域的平均辐射亮度  $L_{blast}$ ;

[0015] (10) 计算所述待测量目标到遥感卫星之间大气路径的透过率  $\tau_a$  以及大气路径的程辐射  $L_r$ ;

[0016] (11) 根据遥感卫星相机的视线方向与所述待测量目标的相对位置关系计算所述待测量目标在遥感卫星相机视线方向的投影面积  $A_t$ ;

[0017] (12) 由公式:  $L = \frac{1}{\tau_a} \left( \frac{W_{last}}{A_t} + L_{blast} - L_r \right)$  计算所述待测量目标物方的红外辐射亮度,

由公式:  $I = LA_t$  计算所述待测量目标物方的红外辐射强度。

[0018] 优选地, 步骤 (1) 具体包括以下子步骤:

[0019] (1-1) 确定波长下限  $\lambda_1$ , 波长上限  $\lambda_2$ ;

[0020] (1-2) 根据遥感卫星相机的温度定标参数将待测量目标的红外图像的灰度值转化为温度值;

[0021] (1-3) 根据普朗克定律计算像方温度分布在特定波段  $\lambda_1 \sim \lambda_2$  上的像方辐射亮度分布。

[0022] 优选地, 在步骤 (6) 中  $L_{b_i}$  的计算方式为:  $L_{b_i} = \frac{1}{N_{b_i}} \sum_{(x,y) \in D_{b_i}} L_{b(x,y)}$ , 其中,  $N_{b_i}$  表示所述第  $i$  次标定的局部背景区域的像素个数,  $D_{b_i}$  表示所述第  $i$  次标定的局部背景区域在像平面上的坐标集合,  $L_{b(x,y)}$  表示  $D_{b_i}$  中与坐标  $(x, y)$  对应坐标点处的辐射亮度。

[0023] 优选地, 在步骤 (6) 中  $L_{t_i}$  的计算方式为:  $L_{t_i} = \frac{1}{N_{t_i}} \sum_{(x,y) \in D_{t_i}} (L_{t(x,y)} - L_{b_i})$ , 其中,  $N_{t_i}$  表示所述第  $i$  次标定的目标区域的像素个数,  $D_{t_i}$  表示所述第  $i$  次标定的目标区域在像平面上的坐标集合,  $L_{t(x,y)}$  表示  $D_{t_i}$  中与坐标  $(x, y)$  对应坐标点处的辐射亮度。

[0024] 按照本发明的另一方面, 提供了一种基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量系统, 包括:

[0025] 第一确定模块, 用于将待测量目标的红外图像的灰度值转化为红外辐射亮度分布;

[0026] 第二确定模块, 用于估计所述红外图像的背景;

[0027] 第三确定模块, 用于将所述红外图像与背景估计后的图像进行比对得到初始目标区域;

[0028] 第四确定模块, 用于取所述初始目标区域的最小矩形包络确定的区域作为第  $i$  次标定的目标区域, 其中,  $i$  初始化值为 1;

[0029] 第五确定模块, 用于取所述第  $i$  次标定的目标区域四周跨度为  $\sigma$  像素的环形区域作

为第*i*次标定的局部背景区域；

[0030] 第一计算模块,用于由公式: $W_i = (L_{t_i} - L_{b_i})N_i R^2 \theta_1 \theta_2$ 计算所述第*i*次标定的目标区域的总能量 $W_i$ ,其中, $L_{t_i}$ 表示所述第*i*次标定的目标区域的平均辐射亮度, $L_{b_i}$ 表示所述第*i*次标定的局部背景区域的平均辐射亮度, $R$ 表示所述待测量目标到遥感卫星的距离, $N_i$ 表示所述第*i*次标定的目标区域的像素个数, $\theta_1$ 表示相机行方向瞬时视场, $\theta_2$ 表示相机列方向瞬时视场；

[0031] 判断模块,用于判断 $W_i - W_{i-1} < \varepsilon$ 是否成立,其中, $W_i$ 表示当前第*i*次标定的目标区域的总能量, $W_{i-1}$ 表示上一个目标区域的总能量, $\varepsilon$ 为预设值；

[0032] 第六确定模块,用于在 $W_i - W_{i-1} < \varepsilon$ 成立时,获取最终第*i*次标定的目标区域的总能量 $W_{last}$ 以及最终的局部背景区域的平均辐射亮度 $L_{blast}$ ；

[0033] 第七确定模块,用于在 $W_i - W_{i-1} < \varepsilon$ 不成立时,将所述第*i*次标定的局部背景区域并入所述第*i*次标定的目标区域,将*i*值加1,得到新的第*i*次标定的目标区域,并驱动所述第五确定模块执行所述取所述第*i*次标定的目标区域四周跨度为 $\sigma$ 像素的环形区域作为第*i*次标定的局部背景区域；

[0034] 第二计算模块,用于计算所述待测量目标到遥感卫星之间大气路径的透过率 $\tau_a$ 以及大气路径的程辐射 $L_r$ ；

[0035] 第三计算模块,用于根据遥感卫星相机的视线方向与所述待测量目标的相对位置关系计算所述待测量目标在遥感卫星相机视线方向的投影面积 $A_t$ ；

[0036] 第四计算模块,用于由公式: $L = \frac{1}{\tau_a} \left( \frac{W_{last}}{A_t} + L_{blast} - L_r \right)$ 计算所述待测量目标物方的红外辐射亮度,由公式: $I = LA_t$ 计算所述待测量目标物方的红外辐射强度。

[0037] 优选地,所述第一确定模块包括:

[0038] 第一确定子模块,用于确定波长下限 $\lambda_1$ ,波长上限 $\lambda_2$ ；

[0039] 温度值转化模块,用于根据遥感卫星相机的温度定标参数将待测量目标的红外图像的灰度值转化为温度值；

[0040] 第五计算模块,用于根据普朗克定律计算像方温度分布在特定波段 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ 上的像方辐射亮度分布。

[0041] 优选地, $L_{b_i}$ 的计算方式为: $L_{b_i} = \frac{1}{N_{b_i}} \sum_{(x,y) \in D_{b_i}} L_{b(x,y)}$ ,其中, $N_{b_i}$ 表示所述第*i*次标定的局部背景区域的像素个数, $D_{b_i}$ 表示所述第*i*次标定的局部背景区域在像平面上的坐标集合, $L_{b(x,y)}$ 表示 $D_{b_i}$ 中与坐标 $(x,y)$ 对应坐标点处的辐射亮度。

[0042] 优选地, $L_{t_i}$ 的计算方式为: $L_{t_i} = \frac{1}{N_{t_i}} \sum_{(x,y) \in D_{t_i}} (L_{t(x,y)} - L_{b_i})$ ,其中, $N_{t_i}$ 表示所述第*i*次标定的目标区域的像素个数, $D_{t_i}$ 表示所述第*i*次标定的目标区域在像平面上的坐标集合, $L_{t(x,y)}$ 表示 $D_{t_i}$ 中与坐标 $(x,y)$ 对应坐标点处的辐射亮度。

[0043] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,主要有以下的技术优点:

- [0044] (1) 解决了基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量难题；  
 [0045] (2) 填补了国内基于遥感卫星图像进行红外辐射特性测量的技术空白。

### 附图说明

- [0046] 图1为本发明实施例公开的一种基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量方法的流程示意图；  
 [0047] 图2为目标区域估计示意图；  
 [0048] 图3为遥感卫星对大气层内待测量目标进行测量的示意图；  
 [0049] 图4为本发明实施例公开的一种基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量系统的结构示意图。

### 具体实施方式

[0050] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,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。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0051] 如图1所示为本发明实施例公开的一种基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量方法的流程示意图,在图1所示的方法中包括以下步骤:

[0052] (1) 将待测量目标的红外图像的灰度值转化为红外辐射亮度分布;

[0053] 其中,步骤(1)具体包括以下子步骤:

[0054] (1-1) 确定波长下限 $\lambda_1$ ,波长上限 $\lambda_2$ ;

[0055] (1-2) 根据遥感卫星相机的温度定标参数将待测量目标的红外图像的灰度值转化为温度值;

[0056] (1-3) 根据普朗克定律计算像方温度分布在特定波段 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ 上的像方辐射亮度分布。

[0057] 其中,将温度值转化为该温度黑体在波段 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ 的红外辐射亮度L为:

$$L = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{1.1910 \times 10^8}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{14388}{\lambda T}} - 1} d\lambda, \text{ 其中, } L \text{ 为红外辐射亮度,单位为 } w/sr \cdot m^2, \lambda \text{ 为波长 } (\mu m), T \text{ 为}$$

各像素上的温度值。

[0058] (2) 估计红外图像的背景;

[0059] (3) 将红外图像与背景估计后的图像进行比对得到初始目标区域;

[0060] (4) 取初始目标区域的最小矩形包络确定的区域作为第*i*次标定的目标区域,其中,*i*初始化值为1;

[0061] (5) 取第*i*次标定的目标区域四周跨度为 $\sigma$ 像素的环形区域作为第*i*次标定的局部背景区域;

[0062] (6) 由公式:  $W_i = (L_i - L_b) N_i R^2 \theta_1 \theta_2$  计算第*i*次标定的目标区域的总能量 $W_i$ ,其中, $L_i$ 表示第*i*次标定的目标区域的平均辐射亮度, $L_b$ 表示第*i*次标定的局部背景区域的平均辐射亮度, $R$ 表示待测量目标到遥感卫星的距离, $N_i$ 表示第*i*次标定的目标区域的像素个

数,  $\theta_1$ 表示相机行方向瞬时视场,  $\theta_2$ 表示相机列方向瞬时视场;

[0063] (7) 判断  $W_i - W_{i-1} < \varepsilon$  是否成立, 若成立则执行步骤 (9), 否则执行步骤 (8), 其中,  $W_i$  表示当前第  $i$  次标定的目标区域的总能量,  $W_{i-1}$  表示上一次标定的目标区域的总能量,  $\varepsilon$  为预设值;

[0064] (8) 将第  $i$  次标定的局部背景区域并入第  $i$  次标定的目标区域, 将  $i$  值加 1, 得到新的第  $i$  次标定的目标区域, 并执行步骤 (5);

[0065] 如图 2 所示为目标区域估计示意图, 如图 2 (a) 表示初次目标和背景区域估计, 如图 2 (b) 表示第二次目标和背景区域估计, 如图 2 (c) 表示第三次目标和背景区域估计, 如图 2 (d) 表示第四次目标和背景区域估计, 依此类推, 其中, 图 2 (a) 中数字标号 1 表示目标区域, 数字标号 2 表示局部背景区域。

[0066] (9) 获取最终第  $i$  次标定的目标区域的总能量  $W_{last}$  以及最终的局部背景区域的平均辐射亮度  $L_{blast}$ ;

[0067] (10) 计算待测量目标到遥感卫星之间大气路径的透过率  $\tau_a$  以及大气路径的程辐射  $L_r$ ;

[0068] 其中, 如图 3 所示为遥感卫星对大气层内待测量目标进行测量的示意图, 可以利用大气层最高高度、地球半径、红外波段、待测量目标高度、遥感卫星高度等信息, 结合 Motran 软件计算待测量目标到遥感卫星之间大气路径的透过率  $\tau_a$  以及大气路径的程辐射  $L_r$ 。

[0069] (11) 根据遥感卫星相机的视线方向与待测量目标的相对位置关系计算待测量目标在遥感卫星相机视线方向的投影面积  $A_t$ ;

[0070] (12) 由公式:  $L = \frac{1}{\tau_a} \left( \frac{W_{last}}{A_t} + L_{blast} - L_r \right)$  计算待测量目标物方的红外辐射亮度, 由公式:  $I = LA_t$  计算待测量目标物方的红外辐射强度。

[0071] 如图 4 所示为本发明实施例公开的一种基于遥感卫星成像的目标红外辐射特性测量系统的结构示意图, 在图 4 所示的系统中包括:

[0072] 第一确定模块, 用于将待测量目标的红外图像的灰度值转化为红外辐射亮度分布;

[0073] 第二确定模块, 用于估计红外图像的背景;

[0074] 第三确定模块, 用于将红外图像与背景估计后的图像进行比对得到初始目标区域;

[0075] 第四确定模块, 用于取初始目标区域的最小矩形包络确定的区域作为第  $i$  次标定的目标区域, 其中,  $i$  初始化值为 1;

[0076] 第五确定模块, 用于取第  $i$  次标定的目标区域四周跨度为  $\sigma$  像素的环形区域作为第  $i$  次标定的局部背景区域;

[0077] 第一计算模块, 用于由公式:  $W_i = (L_i - L_{b_i}) N_i R^2 \mathcal{G}_1 \mathcal{G}_2$  计算第  $i$  次标定的目标区域的总能量  $W_i$ , 其中,  $L_i$  表示第  $i$  次标定的目标区域的平均辐射亮度,  $L_{b_i}$  表示第  $i$  次标定的局部背景区域的平均辐射亮度,  $R$  表示待测量目标到遥感卫星的距离,  $N_i$  表示第  $i$  次标定的目标区域的像素个数,  $\theta_1$  表示相机行方向瞬时视场,  $\theta_2$  表示相机列方向瞬时视场;

[0078] 判断模块, 用于判断  $W_i - W_{i-1} < \varepsilon$  是否成立, 其中,  $W_i$  表示当前第  $i$  次标定的目标区域

的总能量,  $W_{i-1}$  表示上一次标定的目标区域的总能量,  $\varepsilon$  为预设值;

[0079] 第六确定模块, 用于在  $W_i - W_{i-1} < \varepsilon$  成立时, 获取最终第  $i$  次标定的目标区域的总能量  $W_{last}$  以及最终的局部背景区域的平均辐射亮度  $L_{blast}$ ;

[0080] 第七确定模块, 用于在  $W_i - W_{i-1} < \varepsilon$  不成立时, 将第  $i$  次标定的局部背景区域并入第  $i$  次标定的目标区域, 将  $i$  值加 1, 得到新的第  $i$  次标定的目标区域, 并驱动第五确定模块执行取第  $i$  次标定的目标区域四周跨度为  $\sigma$  像素的环形区域作为第  $i$  次标定的局部背景区域的步骤;

[0081] 第二计算模块, 用于计算待测量目标到遥感卫星之间大气路径的透过率  $\tau_a$  以及大气路径的程辐射  $L_r$ ;

[0082] 第三计算模块, 用于根据遥感卫星相机的视线方向与待测量目标的相对位置关系计算待测量目标在遥感卫星相机视线方向的投影面积  $A_t$ ;

[0083] 第四计算模块, 用于由公式:  $L = \frac{1}{\tau_a} \left( \frac{W_{last}}{A_t} + L_{blast} - L_r \right)$  计算待测量目标物方的红外辐射亮度, 由公式:  $I = LA_t$  计算待测量目标物方的红外辐射强度。

[0084] 其中, 各模块的具体实施方式可以参考方法实施例中的描述, 本发明实施例将不做复述。

[0085] 本领域的技术人员容易理解, 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已, 并不用以限制本发明, 凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

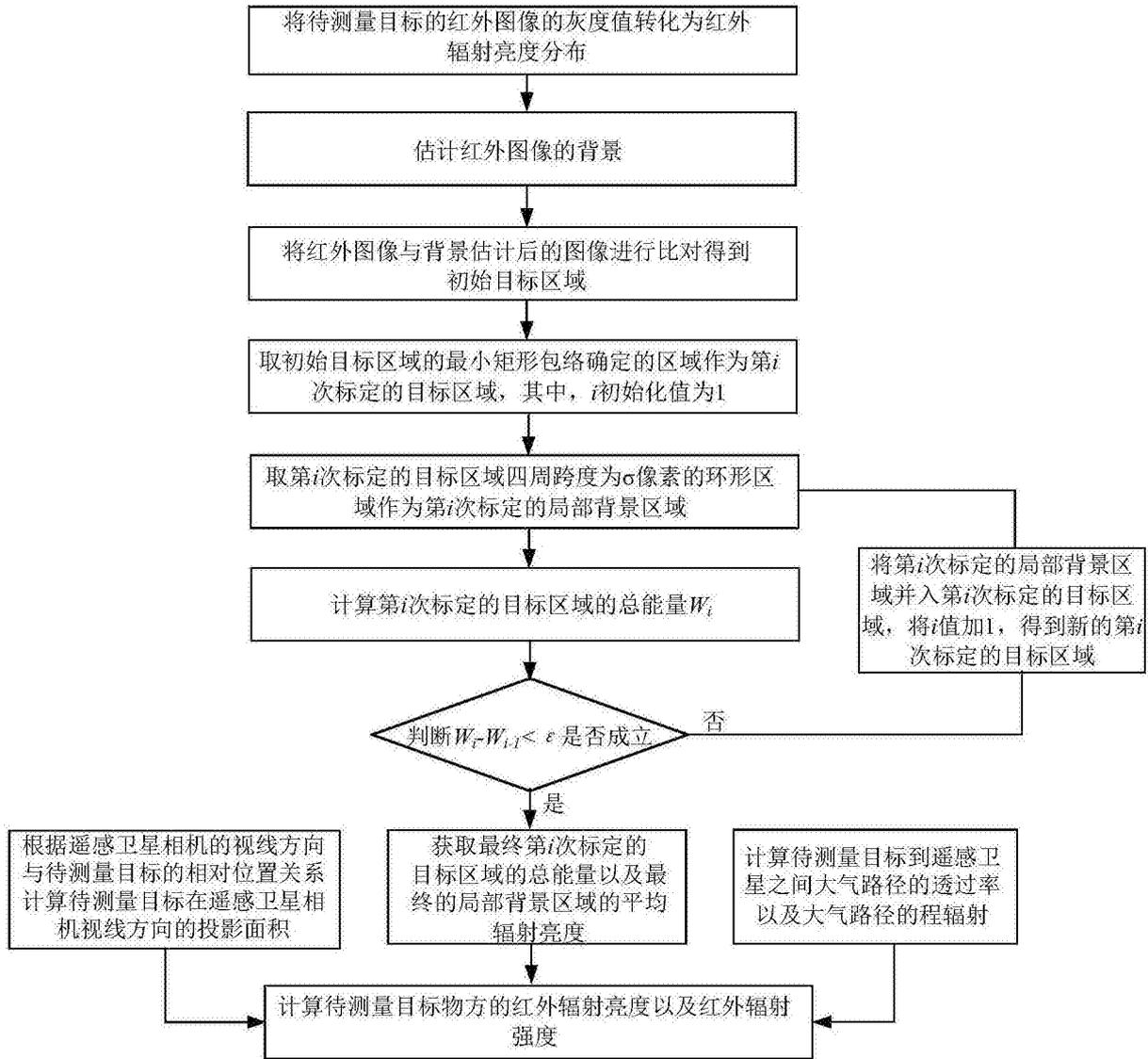


图1

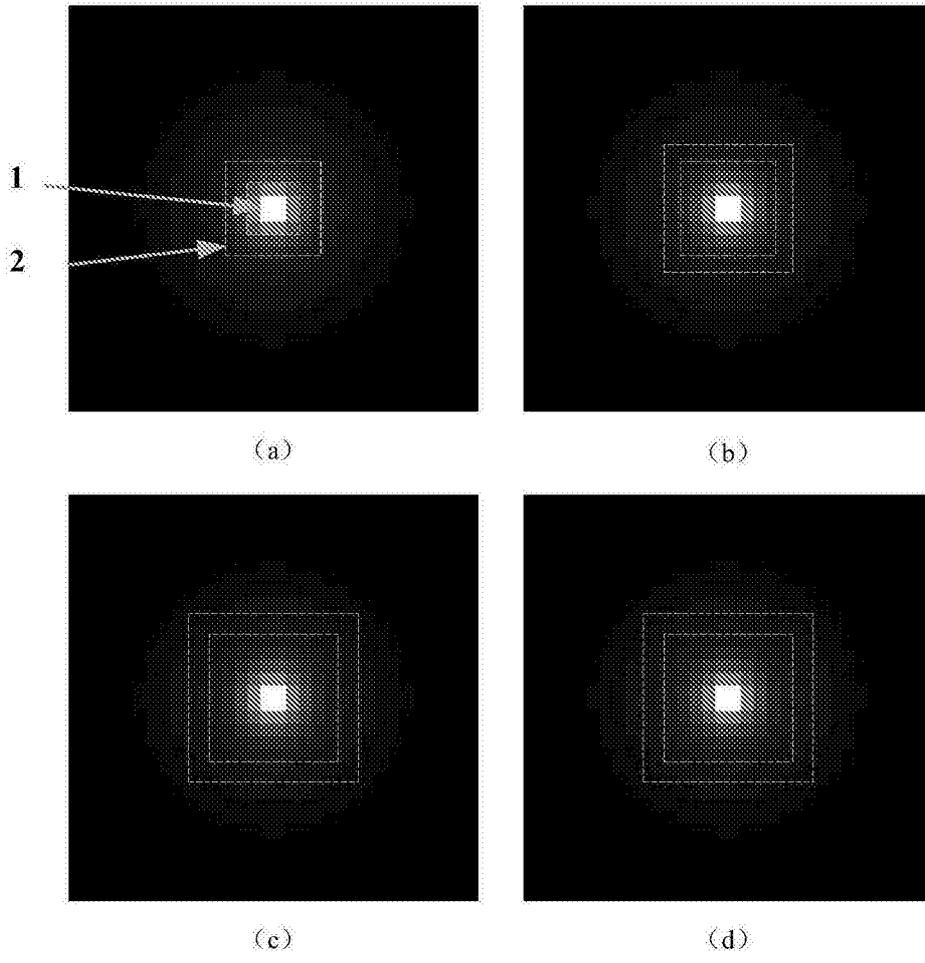


图2

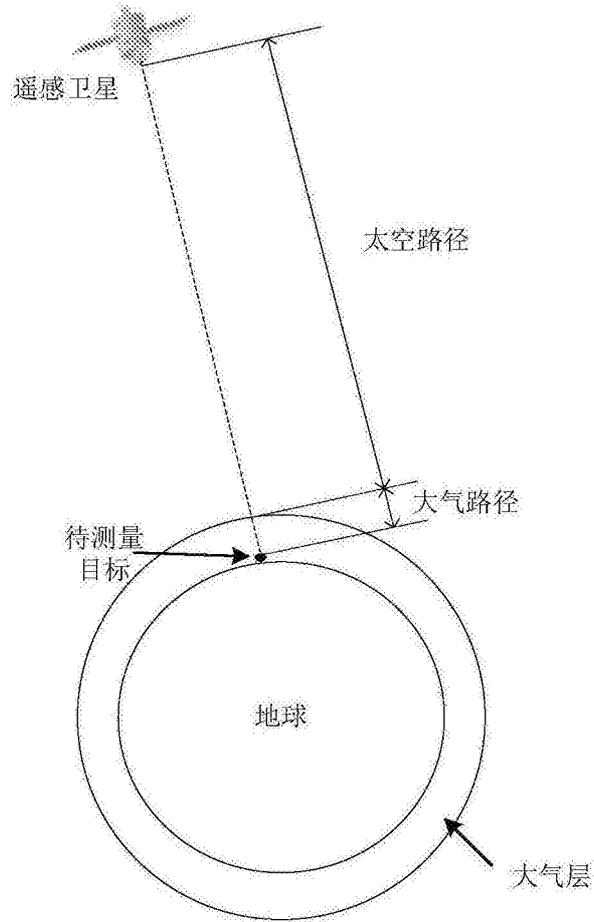


图3

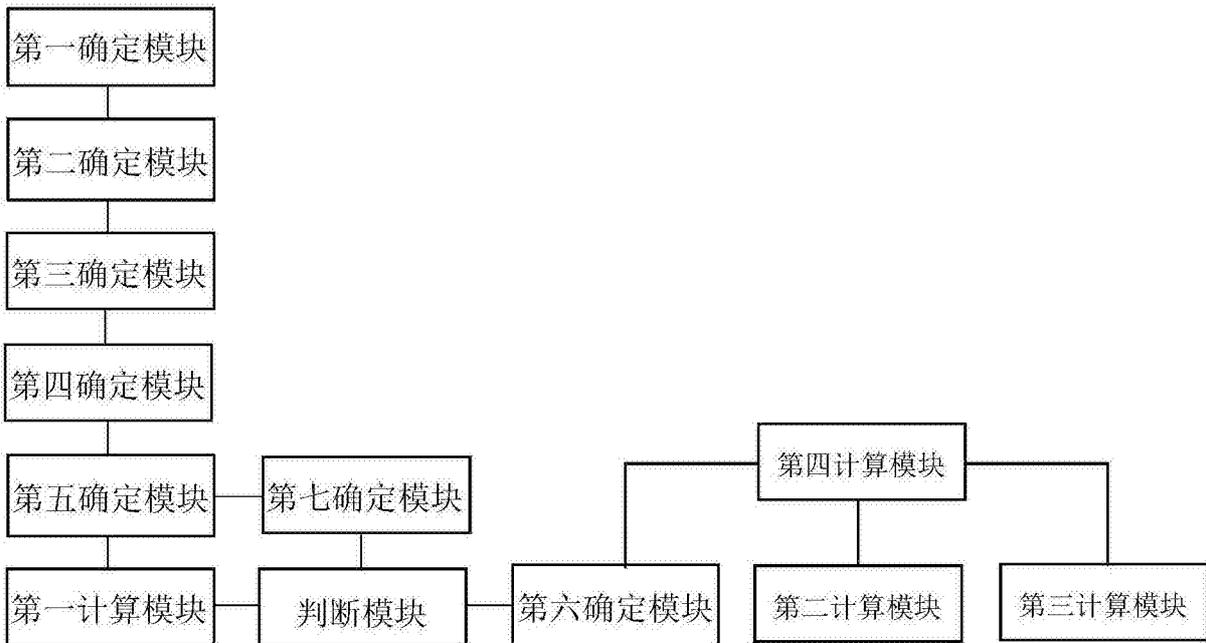


图4