

1-9

1995/10/10

卫星遥感数字图像的地面辐射改正研究

李先华^① 兰立波^① 喻歌农^③ 池天河^④
黄雪樵^① 刘毅^① 王小平^①

p423.2

中国科学院 成都山地灾害与环境研究所 成都 610041^①
(水利部)

中国科学院 地理研究所资源与环境信息系统国家重点实验室 北京 100101^②
(国家计委)

(四川省农科院农业遥感中心 610066)^③

(中国科学院遥感应用研究所 100101)^④

A 摘要 讨论了地形、大气以及地理位置对卫片像元上光辐射三分量(直射、散射、邻坡反射)的影响和这种影响所引起的卫星遥感数据变化。研究了地面光辐射、地形、大气和遥感数据之间的定量关系,并以此为基础,研究了卫星遥感数字图像地面辐射改正的原理和方法。经地面辐射改正后的卫星遥感数据能满足遥感应用基础研究和地面辐射状况研究的需要。

关键词 遥感数字图像 辐射改正 地形影响 地面辐射 地表分布

1 前言

因自然地表与太阳的相对位置和几何取向、地形对天空的屏蔽、邻坡反射的遮挡等原因使得光辐射在起伏地表上产生了再分配。于是在卫片成像瞬间,不同地形条件下的地表上光辐射及各分量的照度是不尽相同的。这便改变了卫片地面照度的低频特性。同时,对卫星遥感数字图像的质量和效果产生了不可忽视的影响。

将不同地面辐射条件下 CCT 记录的遥感数据转换为相同地面辐射条件下的遥感数据,便是这里所讨论的遥感数字图像的地面辐射改正。

这对于卫星遥感图像的模式识别、图像镶嵌、地面辐射研究、地物反射特性研究、遥感器的辐射定标等有积极意义。

本文是国家自然科学基金课题,“地理信息系统支持下的贡嘎山冰川、植被遥感动态研究”、国家引进国外智力办公室资助项目,“遥感数据的地面辐射场研究”和国家重点实验室(中国科学院地理研究所资源与环境信息系统实验室)基金课题,“卫星遥感信息的地形、大气影响及计算机修正模型”的部分研究内容。

收稿日期:1994-10-05

2 遥感数字图像地面辐射改正的条件、内容及原理方法

这里讨论遥感数字图像地面辐射改正的内容和原理方法以及完成它所必需的条件。

2.1 遥感数字图像的地面辐射改正内容

受地形、地理位置、下垫面性质和大气状况的影响,同幅卫片上各像元点地面光辐射及各分量(直射辐射、天空散射和邻坡反射)一般都不同。因此,卫星遥感数字图像的地面辐射改正应包括以下内容:

- (1)复杂地形条件下地面邻坡反射辐射的改正。
- (2)复杂地形条件下的地面天空散射光辐射的改正。
- (3)地面直射光辐射改正。其中包括:①非水平地面上直射光辐射改正;②水平地面上不同地理位置的地面直射光辐射改正。
- (4)非均一大气的大气透过率和大气程辐射对地面辐射的影响改正。应该强调指出的是:这里已将卫星遥感数字图像的地形修正、大气修正的所有内容都统一在地面辐射改正之中了。

2.2 卫星遥感数字图像地面辐射改正的条件

进行卫星遥感数字图像地面辐射改正应满足以下条件:

- (1)得到研究区域地理信息系统的支持。至少,研究区域地形业已数字化且与对应卫片匹配;少量有典型(类型与位置)意义的卫片像元水平地面反射率及照度已知(同步或准同步)。
- (2)为简化计算,地面满足朗伯假定。

2.3 卫星遥感数字图像地面辐射改正的原理和方法

CCT 记录的卫星遥感数据(DN)与像元地面光辐射在确定的波长和太阳高度角下有如下关系式^{(1),(2)}:

$$\begin{aligned} DN_{ij} &= K \cdot N + K \cdot N_{A_{ij}} \\ &= K \cdot H_{ij} \cdot \gamma_{ij} \cdot \tau_{ij} / \pi + D_{A_{ij}} \\ &= K \cdot (E_{s_{ij}} + E_{t_{ij}} + E_{r_{ij}}) \cdot \gamma_{ij} \cdot \tau_{ij} / \pi + D_{A_{ij}} \end{aligned} \quad (1)$$

式中:K 为 MSS 系统所固有的比例系数;

N 为像元 P_{ij} 到达卫星传感器的地表辐射亮度;

H_{ij} 、 $E_{s_{ij}}$ 、 $E_{t_{ij}}$ 、 $E_{r_{ij}}$ 分别为像元 P_{ij} 地面辐射照度、直射、散射和邻坡辐射照度;

γ_{ij} 、 τ_{ij} 、 $D_{A_{ij}}$ 分别为像元 P_{ij} 地面反射率、大气透过率和大气程辐射遥感值。

像元地面辐射照度及其各分量与地面(坡面;坡度、坡向)^{(1),(4)}、下垫面性质(反射率)⁽²⁾、地形条件(遮蔽角)⁽³⁾、地理位置(经、纬度)^{(4),(5)}以及大气状况(大气透过率、大气程辐射)等有着定量的关系。辐射改正的原理就是利用这样的定量关系将各像元在不同地面辐射条件下的遥感数值转换为相同辐射条件下的遥感数值。

同幅卫片地面辐射改正的基准是星下点大气状况下该点水平地面上的光辐射照度及其各分量光辐射照度。

3 卫星遥感数字图像地面辐射改正的参数

卫星遥感数字图像地面辐射改正所需参数有像元的地面参数、大气参数和太阳位置参数等。

3.1 像元地面参数

卫片像元的地面参数有:地形参数和地面辐射参数。

(1)地形参数:与卫片相匹配的数字地形图上所记录的像元各点高程数据是最基本的地形参数,另外还有由它计算生成的像元坡度、坡向、天空散射辐射照射率(G)和坡面直射光改正系数(F)等。详细说明见文献[1~4]。

(2)地面辐射参数:主要是指像元地面反射率水平地面辐照度(利用少数和离散分布的实测点及各分量和它们的比值),通过卫星遥感数据反演计算得到的⁽⁶⁾L、T等。(详见后 4.3)

3.2 大气参数

这里的大气参数系指:非均匀大气条件下的像元大气透过率 τ 和大气程辐射所对应的遥感值 D_A 。它们在同幅卫片中一般是因像元而异的。

(1)像元大气程辐射遥感值:文献[7]给出了在均匀大气条件下求小区域像元 D_A 值,再求每个像元 D_A 值的方法。

(2)像元大气透过率:对于少数已有地面反射率和辐射率观测值的像元点来讲,其大气透过率由(1)式有:

$$\tau_{ij} = (DN_{ij} - D_{Aij}) \cdot \pi / K \cdot H_{ij} \cdot \gamma_{ij} \quad (2)$$

大气透过率 τ 、大气程辐射遥感值 D_A 和像元水平地面的辐射参数一样在整幅卫片上是连续变化的物理量,未知像元点的透过率可利用离散分布的少数已知实测值通过插值计算得到。

3.3 卫片像元的太阳位置参数

卫片像元的太阳位置参数是指成像瞬间像元地面上的太阳高度角和方位角。利用卫片注记给出的卫片成像时间,星下点的经纬度和它的太阳高度角、方位角以及任意像元在卫片中的排列序号,便可计算出任意像元的太阳高度角和方位角⁽⁸⁾。

4 卫星遥感数字图像的地面单项辐射改正

有了前面的参数准备,便可着手进行以下卫星遥感数字图像的地面辐射改正。

4.1 卫星遥感数字图像的大气修正

大气程辐射遥感值是叠加在遥感信息之上的具有低频特性的背景噪声,它的消除便是卫星遥感数字图像的大气修正。

像元 P_{ij} 经大气修正后的遥感值:

$$DN_{ij}(DA) = DN_{ij} - D_{ij} \quad (3)$$

DN_{ij} 为像元的遥感原始数值。

逐点实施(3)式运算便可完成遥感数字图像的大气修正。

4.2 卫星遥感数字图像的邻坡反射改正

受地形和下垫面性质影响的地表反射辐射遥感值可视为一种随机噪声,它的消除便是遥感数字图像的地表反射辐射改正,其改正值为:

$$DN_{i_1}(D_A \cdot R) = DN_{i_1} - D_{R_{i_1}} = DN_{i_1} - D_{A_{i_1}} - D_{R_{i_1}} \quad (4)$$

式中: $D_{R_{i_1}}$ 为像元 P_{i_1} 的邻坡反射辐射遥感值。

$$D_{R_{i_1}} = K \cdot E_{R_{i_1}} \cdot \gamma_{i_1} \cdot \tau_{i_1} / \pi$$

$E_{R_{i_1}}$ 为像元 P_{i_1} 地面从周围地表获得的反射辐射照度。它的计算原理、方法详见文献〔2〕。

逐点实施公式(4)的运算便可完成卫星遥感数字图像的地面邻坡反射改正。

4.3 卫星遥感数字图像的散射辐射改正

卫片上各像元由于自身所在的地形条件不同,所处的大气状况的不同,决定其地表上的天空散射辐射照度并影响其遥感值。将不同地形、大气条件下的像元散射遥感值转换为地面水平、大气状况均匀(以星下点为基准)时的散射辐射遥感数值,便是卫星遥感数字图像的地面散射辐射改正。其改正值为:

$$D_{D_{i_1}} = D_{D_{i_1}} / G_{i_1} = K \cdot E_{D_{i_1}} \cdot \gamma_{i_1} / \pi \cdot G_{i_1} \quad (5)$$

式中: $E_{D_{i_1}}$ 、 D_{i_1} 、 G_{i_1} 分别为像元 P_{i_1} 的地面散射辐射照度及其遥感值、照射率。

$E_{D_{i_1}}$ 和 G_{i_1} 的计算原理的方法, 详见〔3〕。

G_{i_1} 值为像元天空散射光照射立体角与水平地面天空散射光照射立体 2π 之比。

设 $C_{i_1} = \tau_{i_1} / \tau_0$ 、 $T_{i_1} = E'_{T_{i_1}} / E'_{T_0}$

T_{i_1} 为像元 P_{i_1} 水平地面散射辐射改正系数。 $E'_{T_{i_1}}$ 、 E'_{T_0} 分别为水平地面上任意像元 $P_{D_{i_1}}$ 和星下点上的散射辐射照度。 C_{i_1} 为像元大气透过率修正系数。

当像元 P_{i_1} 水平地面上的大气状况与星下点相同时,其上的天空散射辐射照度一样,这时像元 P_{i_1} 的散射辐射遥感值:

$$\begin{aligned} D''_{D_{i_1}} &= K \cdot \gamma_{i_1} \cdot \tau_0 \cdot E'_{E_0} / \pi = K \cdot \gamma_{i_1} \cdot \tau_{i_1} \cdot E'_{D_{i_1}} / \pi \cdot T_{i_1} \cdot C_{i_1} \\ &= D'_{D_{i_1}} / T_{i_1} \cdot C_{i_1} = D_{D_{i_1}} / G_{i_1} \cdot T_{i_1} \cdot C_{i_1} \end{aligned} \quad (6)$$

逐点实施公式(6)的运算便完成了卫星遥感数字图像的地面散射辐射改正。

4.4 卫星遥感数字图像的地面直射辐射改正

像元地表的起伏(相对于地面水平)和像元地理位置(相对于卫片星下点)的不同,像元地面上的太阳直射光照度发生变化并影响其遥感数值。以卫片星下点为基准将卫片像元直射辐射遥感值换算为像元地面水平、地理位置与星下点相同时的遥感数值,便是卫星遥感数字图像的地面直射光辐射改正。其改正值为〔4〕:

$$D'_{S_{i_1}} = D_{A_{i_1}} / F_{i_1} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} D''_{S_{i_1}} &= K \cdot E'_{S_0} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_{i_1} / \pi \\ &= K \cdot E'_{S_{i_1}} \cdot \tau_{i_1} \cdot \gamma_{i_1} / Q_{i_1} \cdot C_{i_1} \\ &= D_{S_{i_1}} / Q_{i_1} \cdot F_{i_1} \cdot C_{i_1} \end{aligned} \quad (8)$$

式中: F_{i_1} 、 Q_{i_1} 分别为像元 P_{i_1} 的坡面直射光改正系数〔1〕和水平地面的大气辐射校正系数〔4〕、〔7〕。

$$F_{i_1} = 1 - \operatorname{tg} a_{i_1} \cdot \operatorname{ctg} \theta_{i_1} \cdot \cos \omega_{i_1}$$

ω_{i_1} 为太阳方位角与地面坡向之差。

F_{i_1} 是个与地面坡度、坡向、太阳位置有关的随机变量,其频谱变化与地形起伏相关,地形复杂、起伏大则具有高频性,反之则具有低频特性。

$$Q_{i_1} = E'_{S_{i_1}} / E_{S_0} = \sin \theta_{i_1} \cdot \tau_{i_1}^{\cos \theta_{i_1}} / \sin \theta_0 \cdot \tau_0^{\cos \theta_0}$$

$$m_{ij} = \sec(90^\circ - \theta_{ij}) = \csc\theta_{ij}$$

m_{ij} 、 m_c 分别为像元 P_{ij} 和星下点 P_0 的光学厚度。

$$Q_{ij} = \sin\theta_{ij} \cdot \tau_{ij}^{\sec\theta_{ij}} \sin\theta_0 \cdot \tau^{\csc\theta_0}$$

Q_{ij} 和 C_{ij} 同样是具有低频特性的量。

当大气均匀时为 $\tau_{ij} = \tau_0 Q_{ij} = \tau(\csc\theta_{ij} - \csc\theta_0) \sin\theta_{ij} / \sin\theta_0$

则 Q_{ij} 在同幅卫片上:同纬度是由东向西具有单调减少的特点,并且该特点随卫片成像的纬度由低到高而更为明显⁽⁴⁾。

逐点实施公式(7)的运算便可完成遥感数字图像的地面直射辐射改正。

5 卫星遥感数字图像的地面综合辐射改正

以上讨论了卫星遥感数字图像的地面各项辐射改正,下面将进行它的综合辐射改正。

5.1 普通像元的综合地面辐射改正

卫片像元一般意义上的地面综合辐射改正值:

$$DN'_{ij} = D'_{S_{ij}} + D'_{D_{ij}}$$

将公式(6)、(7)代入上式

$$\begin{aligned} DN'_{ij} &= D_{L_{ij}}/G_{ij} \cdot T_{ij} \cdot C_{ij} + D_{S_{ij}}/Q_{ij} \cdot F_{ij} \cdot C_{ij} \\ &= (D_{L_{ij}} \cdot F_{ij} \cdot Q_{ij} + D_{S_{ij}} \cdot G_{ij} \cdot T_{ij})/G_{ij} \cdot T_{ij} \cdot C_{ij} \cdot F_{ij} \cdot Q_{ij} \end{aligned} \quad (9)$$

令

$$\begin{aligned} L_{ij} &= D'_{L_{ij}}/D'_{S_{ij}} = D_{L_{ij}} \cdot F_{ij}/D_{S_{ij}} \cdot G_{ij} \\ D_{D_{ij}} &= D_{S_{ij}} \cdot L_{ij} \cdot G_{ij}/F_{ij} \\ DN_{ij}(D_A R) &= DN_{ij} - D_A - D_{K_{ij}} = D_{D_{ij}} + D_{S_{ij}} \end{aligned}$$

将(9)式代入上式得:

$$\begin{aligned} D_{S_{ij}} &= DN_{ij}(D_A \cdot R) \cdot F_{ij}/(F_{ij} + L_{ij} \cdot G_{ij}) \\ D_{L_{ij}} &= DN_{ij}(D_A \cdot R) \cdot L_{ij} \cdot G_{ij}/(F_{ij} + L_{ij} \cdot G_{ij}) \end{aligned}$$

将 $D_{S_{ij}}$ 和 $D_{D_{ij}}$ 代入(9)式得:

$$DN'_{ij} = DN_{ij}(D_A \cdot R) \cdot (L_{ij} \cdot Q_{ij} + T_{ij})/(F_{ij} + L_{ij} \cdot G_{ij}) \cdot T_{ij} \cdot C_{ij} \cdot Q_{ij} \quad (10)$$

逐点实施公式(10)的运算便可完成卫星遥感数字图像的地面辐射改正。

假定大气状况均匀、不考虑像元经、纬度和太阳参数的影响,则参数:

$C_{ij} = 1, Q_{ij} = 1, L_{ij} = L_0, T_{ij} = 1$, 则(10)简化为:

$$DN'_{ij} = DN_{ij}(D_A \cdot R) \cdot (L_0 + 1)/(F_{ij} + L_0 \cdot G_{ij}) \quad (11)$$

这与文献[1]中的对应公式有相同的形式,因此公式(11)是公式(10)的特例。

5.2 卫片阴影像元的地面辐射改正

由于地形和云层对阳光的屏蔽与遮挡,卫片上常有阴影像元存在,它的地面辐射改正较为特殊,这里讨论如下:

设像元 P_{KL} 为阴影像元(数字地形图上阴影像元的判断原理方法与实施详见文献[4]),则有:

$$D_{SKL} = 0$$

$$D_{DKL} = DN_{KL}(D_A \cdot R)$$

$$D'_{DKL} = D_{DKL}/G_{KL} = DN_{KL}(D_A \cdot R)/G_{KL}$$

恢复阴影像元水平地面的直射光遥感值:

$$D'_{SKL} = D'_{DKL}/L_{KL}$$

恢复其自然地表的直射光遥感值为:

$$\begin{aligned} D_{SKL} &= D'_{SKL} \cdot F_{KL} = DN_{KL}(D_{A1}R) \cdot F_{KL}/L_{KL} \cdot G_{KL} \\ &= D'_{DKL} \cdot F_{KL}/L_{KL} = D_{DKL} \cdot F_{KL}/L_{KL} \cdot G_{KL} \end{aligned}$$

将 D_{SKL} 、 D_{DKL} 代入如(9)式的相应辐射改正公式中有:

$$DN'_{KL} = DN_{KL}(D_{A1}R) \cdot (Q_{KL} \cdot L_{KL} + T_{KL})/G_{KL} \cdot T_{KL} \cdot Q_{KL} \cdot L_{KL} \quad (12)$$

假定大气状况均匀,并忽略像元地理位置和太阳参数影响,则(12)简化为:

$$DN'_{KL} = DN_K(D_{A1}R) \cdot (L_{KL} + 1)/G_{KL} \cdot L_{KL} \quad (13)$$

它与文献[1]中对应公式相一致,且为公式(12)的特例。

对卫片阴影像元逐点实施公式(12)的运算便可完成卫片阴影像元的地面辐射改正。

6 卫星遥感数字图像地面辐射改正的实施与讨论

这里就卫星遥感数字图像地面辐射改正公式进行讨论和说明,同时列出其实施步骤与计算机处理框图。

6.1 关于卫星遥感数字图像地面辐射改正的几点说明

(1)由于热红外的长波发射,这里讨论的卫星遥感数字图像地面辐射改正仅适用于可见光波段的卫星遥感数据。如 MSS 的全部, TM 的 1、2、3、4 以及 SPOT 和气象卫星的可见光通道数据。

(2)为讨论方便以卫片星下点地面辐射改正为基准点,事实上卫片任何像元点都可作为辐射改正的基准点,条件是该点地形较简单,已知辐射参数准确可靠,其像元点地理坐标准确无误。

(3)由于公式(11)、(12)考虑了像元地表的交叉反射辐射(邻坡反射),天空散射辐射和直射辐射的非均匀分布和像元大气状况(程辐射、大气透过率、光学厚度)非均匀性,使用它们进行卫片地面辐射改正,需要较为严格的条件和较多的地面实测数据,因此,它们适于有相当工作基础的地区进行高精度、多内容的卫星遥感数字图像地面辐射改正,如卫星遥感地面实验场的卫星遥感数字图像地面辐射改正处理。

(4)在一般情况下(地表大起伏且无冰雪覆盖)像元地表邻坡反射照度仅占地表总照度的 5%左右^[6],其影响可忽略不计,如果处理范围较小,大气状况较为稳定,这时可以利用改正公式(11)、(13)进行卫片的地面辐射粗改正便可取得较为满意的效果。它较之于利用(10)、(12)进行的精改正,有运算简便,要求的条件低,参数少且易于取得(仅 L 、 F 、 D_A 三项)的优点。

6.2 卫星遥感图像地面辐射改正步骤与框图

卫星遥感图像地面辐射改正经以下顺序和步骤:

(1)根据精度要求和卫片区域地面工作基础,决定地面辐射改正模式(精改正或粗改

正);

如果该地区地形起伏大,有大面积冰雪覆盖,而且地面工作有相当基础,有必需数量的典型像元地面辐照度,反射率的地面观测资料,则可选择精改正模式,否则选择粗改正模式;

(2)地面参数准备:如果选择粗改正模式只需进行卫片像元的太阳位置数和大气程辐射遥感值的计算;否则还需要进行像元大气透过率,地面反射率和地面辐射参数的计算;

(3)按选定的模式进行地面辐射改正:如果选择粗改正则首先进行①卫片像元大气程辐射修正(精改正还需进行“邻坡反射”的改正)。②阴影(山体和云层)像元的判别及其辐射改正。③对一般像元分别按选择的改正模式进行地面辐射改正。

卫星遥感数字图像地面辐射改正的计算机框图如图 1 示。

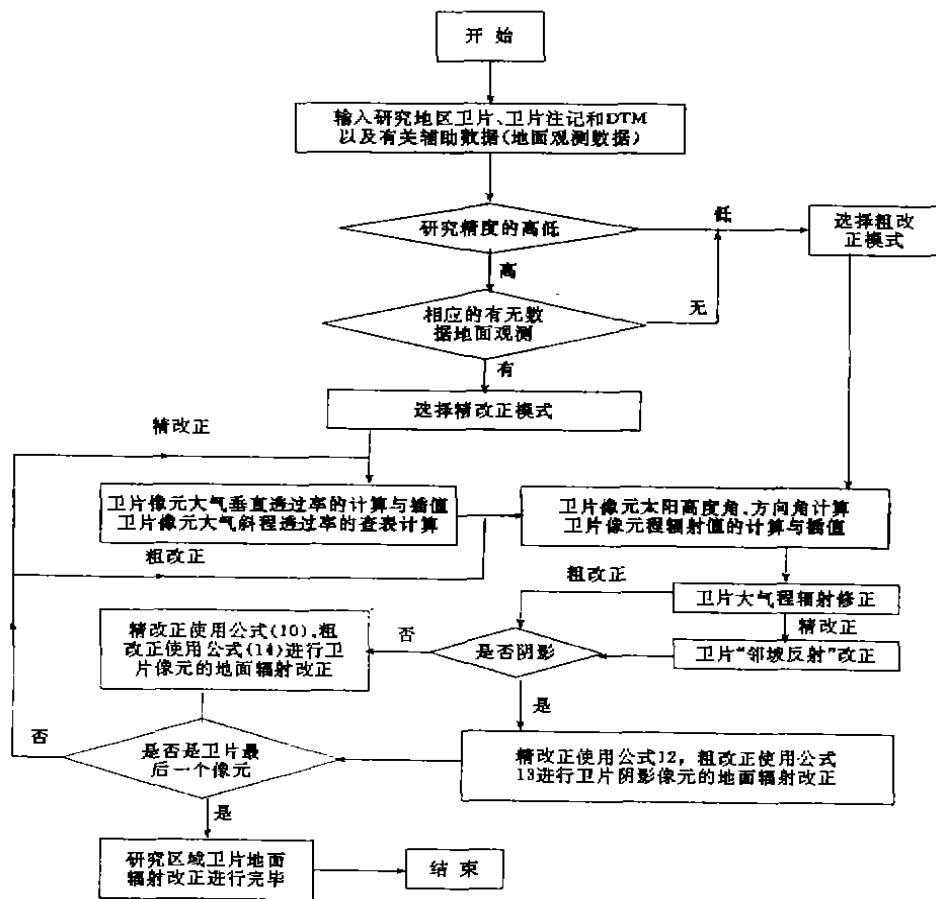


图 1 卫星遥感数字图像地面辐射改正计算机框图

6.3 卫星遥感数据地面辐射改正算例

选用卫片为 TM 榆林幅 4 波段一子区(512×512),成像时间为 1989 年 5 月 14 日 12 时 27 分,经重采样像元大小为 50m×50m(为说明方法和计算步骤,部份数据采用模拟数据)。像元遥感数据各项地面辐射改正参数见表 1。

表 1 像元地面辐射改正各项参数

像元	阴影	原始遥感值	D_A	D_R	L	F	G	O	T	C
P_1	否	68	9	4	0.19	0.912	0.829	1.030	0.966	1.015
P_2	是	19	6	3	0.21		1.988	0.988	1.019	0.986

根据表 1 所列参数可分别对像元 P_1 和阴影像元 P_2 的遥感数据进行地面辐射精改正:

$$\begin{aligned} DN'_1 &= DN_1(D_A, R) \times (Q_1 \cdot L_1 + T_1) / (F_1 + L_1 + G_1) \cdot T_1 \cdot C_1 \cdot Q_1 \\ &= (68 - 9 - 4) \times (1.030 \times 0.19 + 0.966) / (0.912 + 0.19 \times 0.829) \\ &\quad \times 0.966 \times 1.015 \times 1.030 \\ &= 63.2 \doteq 63(\text{取整}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DN'_2 &= DN_2(D_A, R) \times (Q_2 \cdot L_2 + T_2) / G_2 \cdot T_2 \cdot C_2 \cdot C_2 \cdot Q_2 \cdot L_2 \\ &= (19 - 8 - 3) \times (0.988 \times 0.21 + 1.019) / 0.898 \times 1.019 \times 0.986 \times 0.21 \\ &= 51.8 \doteq 52(\text{取整}) \end{aligned}$$

因该地区范围较小且大气较为干洁、均匀,可采用忽略“邻坡反射”的粗改正模式:

$$\begin{aligned} DN'_1 &= DN_1(D_A) \cdot (L_1 + 1) / (F_1 + L_1 \cdot G_1) \quad (14) \\ &= (68 - 9) \times (0.19 + 1) / (0.912 + 0.19 \times 0.829) \\ &= 65.6 \doteq 66(\text{取整}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DN'_2 &= DN_2(D_A) \cdot (L_2 + 1) / G_2 \cdot L_2 \\ &= (19 - 8) \cdot (0.21 + 1) / 0.898 \times 0.21 \\ &= 70.6 \doteq 71(\text{取整}) \end{aligned}$$

与前面结果相比较,显然阴影像元的粗改正误差较大,这是由于“邻坡反射”辐射的绝对数值小而“权”大造成的。

考虑到“邻坡反射”的像元地面辐射改正有:

$$\begin{aligned} DN'_1 &= DN_1(D_A, R) \cdot (L_1 + 1) / (F_1 + L_1 \cdot G_1) \\ &= (68 - 9 - 4) \times (0.19 + 1) / (0.912 + 0.19 \times 0.829) \\ &= 61.2 \doteq 62(\text{取整}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DN'_2 &= DN_2(D_A, R) \cdot (L_2 + 1) / G_2 \cdot L_2 \\ &= (19 - 8 - 3) \cdot (0.21 + 1) / 0.898 \times 0.21 \\ &= 51.3 \doteq 51(\text{取整}) \end{aligned}$$

通过以上计算,并比较结果,可以得出以下结论:在大气状况较为均匀,卫片范围较小的情况下,非阴影像元的遥感数据的地面辐射改正,一般可以忽略“邻坡反射”的影响,而采用更为简便的粗改正模式;而对于阴影像元其“邻坡反射”辐射的数值虽小,但因其其在像元地面总辐射量中可占比例较大,必须在像元遥感数据的地面辐射改正中充分考虑其影响。

参 考 文 献

1. 李先华. 遥感信息的地形影响与改正. 测绘学报. 1986, 15(2): 102~109.
2. 李先华等. 卫星遥感数据的山地地表反射辐射计算与改正. 遥感技术与应用, 1991(专辑)
3. 李先华等. 卫星遥感数据的山地散射辐射的计算与改正. 遥感技术与应用. 1992, 7(1): 16~22.

4. 李先华等. 卫星遥感数据的地面直射辐射的计算与改正. 遥感技术与应用, 1993, 8(2).
5. 李先华等. 卫片像元太阳高度角和方位角的计算原理方法. 测绘学报, 1993, 22(2): 149~154.
6. 李先华等. 遥感数据的地面反射率反演计算. 环境遥感, 1993, (4): 214~222.
7. 许殿元, 丁树柏编著. 遥感图像信息处理, 1990.
8. 李占清等. 山区短波反射辐射的计算模式. 地理研究, 1987, 6(3).

Study for Ground Radiation Correction of Remote Sensing Digital Image

Li Xianhua Lan Libo Yu Genong¹
Huang Xueqiao Chi Tianhe² Liu Yi³
Wang Xiaopin

(*Institute of Mountain Disaster and Environment,
Chinese Academy of Sciences, Chengdu, 610041*)

Abstract

This paper discusses the influence which topography, atmosphere and geographic place have upon three branches (direction, diffusion and neighboring slope reflectance) of solar radiation on pixels of satellite image, and the change of satellite remotely sensed data is caused by it. The quantitative relation among ground radiation, topography, atmosphere and remotely sensed data are also studied, and base on it, the principles and methods about ground radiation correction of satellite remote sensing digital image are discussed. The satellite remote sensing data corrected by ground radiation can satisfy needs of study about remote sensing application base and ground radiation state.

Key words Remote sensing digital image, Radiation correction

1. Agricultural Remote Sensing Center of Sichuan Province, Chengdu. 2. National Laboratory of Resources & Environment Information System, Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing. 3. Institute of Remote Sensing Application, Chinese Academy of Sciences, Beijing.