

文章编号: 1007-4619( 2008) 04-0546-07

# 基于 CBERS-02 卫星数据的参数定量反演 算法及软件设计

顾行发, 陈良富, 余 涛, 李小英, 许 华

(遥感科学国家重点实验室, 中国科学院 遥感应用研究所, 国家航天局 航天遥感论证中心, 北京 100101)

**摘 要:** 针对中巴资源 (CBERS-02) 卫星数据的定量化处理技术进行比较概括的阐述。在中国卫星应用中心已有的产品体系基础上, 考虑 CBERS 卫星多波段摄像机、宽视场成像仪及红外多光谱扫描仪数据定量化的特点, 建立了 CBERS-02 卫星数据定量化产品体系。并对其中的主要定量化过程与产品反演算法进行描述, 具体包括 CBERS-02 数据的场地辐射定量标和交叉辐射定标结果、云监测算法、大气校正算法、地表反射率和反照率以及以此为基础的得到的植被指数等相关定量化产品算法。介绍了定量化处理 CBERS-02 卫星数据的软件, 为 CBERS-02 数据的应用提供了技术支撑。

**关键词:** CBERS-02 卫星; 定量化

**中图分类号:** TP702      **文献标识码:** A

## 1 引 言

中国领土辽阔、经济和社会发展迅猛、资源和环境问题突出, 对资源卫星数据的定量化提出了紧迫而高精度的要求。1999-10-14 与巴西联合研制, 中国的第一颗地球资源卫星——中巴地球资源 1 号卫星 (CBERS-01) (China-Brazil Earth Resource Satellite) 发射成功并进入了预定的轨道。CBERS-02 星于 2003-10-21 发射成功, 目前仍在运行。CBERS-02 卫星上有 3 个传感器: 多波段摄像机 (CCD, charged coupled device)、宽视场成像仪 (WFI, wide-field imager) 及红外多光谱扫描仪 (RMSS, infrared multi-spectral scanner)。其中, CCD 与 WFI 为可见光/近红外传感器。CCD、WFI 及 RMSS 的一些参数如表 1。

CCD 相机在星下点的空间分辨率为  $19.5\text{ m}$ , 扫描幅宽为  $113\text{ km}$ 。它在可见光、近红外光谱范围内有 4 个波段和 1 个全色波段。宽视场成像仪 (WFI) 有 1 个可见光波段、1 个近红外波段, 星下点的空间分辨率为  $258\text{ m}$ , 扫描幅宽为  $890\text{ km}$ 。由于这种传感器具有较宽的扫描能力, 因此, 它可以在很短的时间内获得高重复率的地面覆盖。WFI 星上定标系

统包括一个漫反射窗口, 可进行相对辐射定标。RMSS 相机的扫描宽度是  $119.5\text{ km}$ , 1—3 波段的空间分辨率为  $78\text{ m}$ , 第 4 红外通道的空间分辨率为  $156\text{ m}$ 。自卫星发射以来, 已有数以万计的卫星图像数据进入了档案, 为其应用奠定了数据基础。但目前资源卫星的定量化应用尚有不足之处: 如图像存在一定程度的条纹、辐射定标系数更新有限、图像较模糊等。辐射定标系数的不足是 CCD 与 WFI 定量化应用上的瓶颈, RMSS 相机的定标系数也是近年来才给出定标系数, 这些问题使 CBERS 卫星数据定量化应用受到一定的限制。

表 1 CBERS 可见光/近红外传感器的基本参数  
Table 1 The parameters of VIS/NIR spectral bands for CBERS

传感器名称	CCD 相机	宽视场成像仪 WFI	红外多光谱扫描仪 RMSS
传感器类型	推帚式	推帚式 (分立相机)	推帚式
可见/近红外波段/ $\mu\text{m}$	1: 0.45—0.52	1: 0.63—0.69	1: 0.50—0.90
	2: 0.52—0.59	2: 0.77—0.89	2: 1.55—1.75
	3: 0.63—0.69		3: 2.08—2.35
	4: 0.77—0.89		4: 10.4—12.5
	5: 0.51—0.73		

为了促进 CBERS-02 卫星数据的定量化应用,

收稿日期: 2007-03-07; 修订日期: 2007-09-12  
基金项目: 973 项目课题: 陆地生态系统碳格局的遥感反演与时空尺度转换 (编号: 2002CB412506); 863 计划资助项目 (编号: 2006AA12Z113) 和中国科学院百人计划项目 (编号: 04Y015) 共同资助。  
作者简介: 顾行发 (1963—), 男, 研究员, 博导, 研究方向为定量遥感、定标与真实性检验。  
(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

开展了系列实验与研究。其中有关 CBERS-02 卫星 CCD、WF 和 RMSS 相机的辐射定标方法与定标系数成果<sup>[1-5]</sup>, 为 CBERS-02 数据的定量化应用奠定了基础。为了进一步促进 CBERS-02 数据的定量化应用, 本文根据 CBERS-02 数据定量化特点, 研究了 CBERS-02 数据定量化处理的总体技术框架, 设计了 CBERS-02 数据定量化产品体系, 给出了定量化处理的具体流程, 并阐明每个定量化产品关键技术和算法等。以此为基础形成了定量化软件。

## 2 CBERS-02 数据定量化处理框架与产品体系

### 2.1 CBERS-02 数据定量化处理框架与功能设计

CBERS-02 数据定量化处理的核心功能包括两部分内容, 即定量化预处理和定量化参数生成。

预处理主要是针对 CBERS-02 卫星上的 CCD、WF 和 RMSS 相机数据的预处理过程: 即对 CBERS-02 卫星 3 个传感器数据进行相对辐射校正、MTF (Modulation Transfer Function) 补偿和几何校正处理; 在此基础上对数据进行绝对辐射校正 (辐射定标)、云标识等数据预处理。

参数的定量化生成方面, 主要在绝对辐射定标基础上, 对以这 3 种数据为基础的相关参数的定量化计算, 主要包括大气顶层产品计算: 大气顶层辐射亮度计算, 表观反射率计算和亮度温度计算; 经过云标识处理后, 在表观反射率和亮度温度数据的基础上, 进行大气校正获得地表参数, 具体包括以下参数的生成: 地表反射率与地表反照率计算; 植被指数; 叶面积指数与植被光合有效辐射比率 (FPAR, fraction Photosynthetically active radiation) 的计算; 地表覆盖度的计算; 地表亮度温度、地表温度的计算等。

除了上述核心内容外, 数据处理的设计还包括了数据管理、辅助信息导入, 基本图像处理模块以及视窗管理模块等功能。

### 2.2 CBERS-02 数据定量化产品体系

CBERS-02 数据定量化产品体系要考虑两个问题: 一是如何与中国资源卫星应用中心已有的 CBERS 数据产品体系相衔接问题? 二是 CBERS-02 数据定量化产品如何依据和体现定量化本身的要求? 针对第一个问题, 国家资源卫星中心的

CBERS 产品体系主要考虑数据高空间分辨率特点, 满足不同等级的几何处理精度需要, 其产品体系更多的是体现了几何特色<sup>[6]</sup>。虽然定量化产品主要针对数据的辐射特性, 但必须考虑和已有的 CBERS 产品体系的衔接问题; 第二个问题是, 在初步几何校正的基础上, 如何基于数据绝对辐射定标, 并从辐射特性中反演相关参数, 满足定量化的应用需求。所以, 本产品体系既要体现定量化的特点, 又以几何产品为依托。综合考虑几何与辐射产品的特点, 给出了一个综合的 CBERS-02 卫星产品体系, 初步将 CBERS-02 卫星数据产品分为 5 级 (表 2)。

表 2 CBERS-02 卫星数据产品的分级体系  
Table 2 The products of CBERS-02 satellite data

一级	CBERS-02 1 B 级数据
二级产品	相对辐射校正图像 (2 1 级产品) MTF 补偿图像 (2 2 级产品) 几何粗纠正图像 (2 3 级产品) 几何精纠正图像 (2 4 级产品)
三级产品	大气顶层辐射亮度 (3 1 级产品) 大气顶层反射率 (3 2A 级产品) 大气顶层亮度温度 (3 2B 级产品) 云标识产品 (3 3 级产品)
四级产品	地表反射率 (4 1A 级产品) 地表亮度温度 (4 1B 级产品) 地表反照率 (4 2A 级产品) 地表温度 (4 2B 级产品)
五级产品	植被指数 (5 1 级产品) 叶面积指数 (5 2A 级产品) 土地覆盖度 (5 2B 级产品) FPAR (5. 3C 级产品)

### 2.3 CBERS-02 数据流程设计

针对 CBERS-02 卫星各级各类定量化产品在处理流程的设计方面, 依据每种可反演参数的输入与输出等关系, 在数据处理的链条上建立逻辑关系, 形成整体有机的定量化数据流程 (图 1)。需要指出的是在经过绝对辐射校正和云监测后, 可见光、近红外数据和红外数据处理分两条处理路线, 可见光、近红外数据经过大气校正获得地表反射率后, 进行反照率的反演, 以及基于地表反射率进行植被指数、植被覆盖度和叶面积指数等参数的计算; 红外数据的处理则主要针对地表温度的反演。

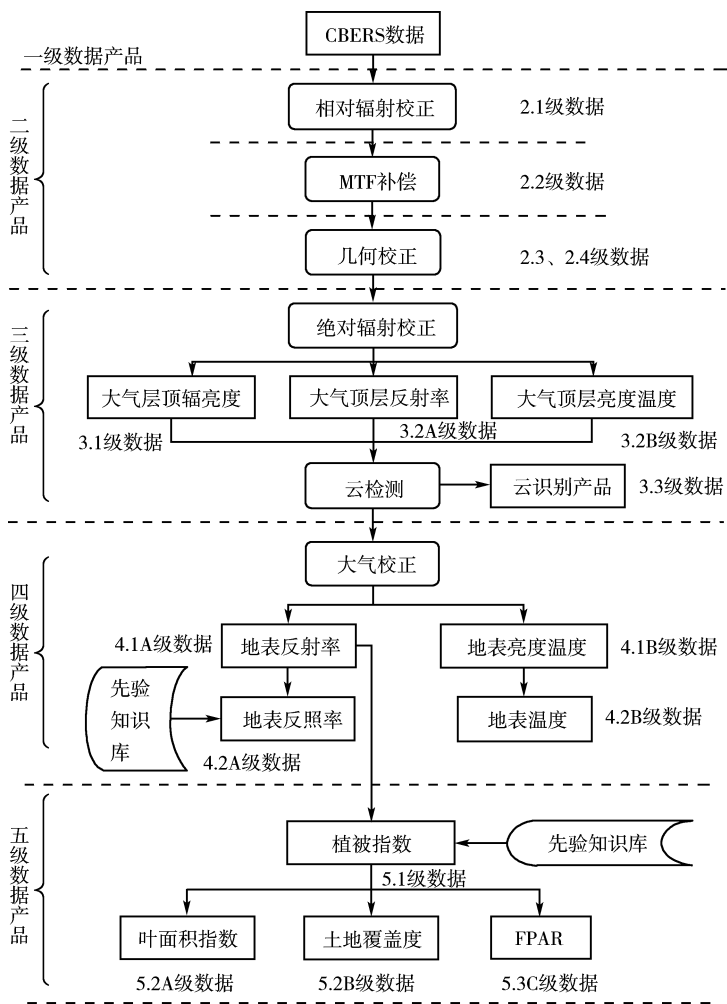


图 1 CBERS-02 卫星数据定量化处理流程图

Fig 1 The flow chart of CBERS-02 data processing and Parameter inversion

3 CBERS-02 数据定量化处理与主要参数生成算法

3.1 绝对辐射定标算法

绝对辐射定标主要针对 CBERS-02 星上 CCD、WF 和 RMSS 等不同传感器, 利用通过试验获取的定标系数, 根据辐射定标公式, 求出各波段的大气顶层的等效辐亮度、反射率和亮度温度。在 CBERS-02 卫星定量化数据处理系统中, 针对 CCD 主要集成了以下定标系数<sup>[1, 2]</sup>: 利用 2004-05-04 基于 MODIS (moderate resolution imaging spectroradiometer) 获取的 CBERS-02 CCD 交叉定标系数; 2004-08-19 基于 MODIS 获取的 CBERS-02 CCD 交叉定标系数; 2005-08-24 敦煌场地 CCD 各波段绝对辐射校正系数; 利用 SPOT-4 卫星获取的 CBERS-02 卫星 CCD 交叉定标结果。针对 CBERS-02 卫星的 RMSS 红外相机中红

外波段的绝对辐射定标系数, 主要集成了以下定标系数<sup>[3, 4]</sup>: 2004 年 8 月 CBERS-02 卫星 RMSS 第 7、8 和 9 波段的绝对辐射定标系数; 针对 CBERS-02 卫星的 WF 宽通道的定标数据。交叉定标精度是以传感器的定标精度为基础的, MODIS 定标系数的不确定性在  $\pm 2\%$ , 加上几何配准残余误差、CCD 与 MODIS 过顶时刻大气条件及地表的变化、地物非朗伯性及光谱匹配因子误差, 基于 MODIS 对 CCD 交叉定标总的不确定性在  $\pm 4.5\%$  左右<sup>[1]</sup>。

经过辐射定标后, 根据辐亮度、反射率和亮度温度等概念, 基于 CBERS-02 卫星各传感器的通道响应函数, 计算获得大气顶层产品。在 CBERS-02 卫星定量化软件中, 定标系数可以通过网络更新以满足对当前新数据的定量化处理。

3.2 云标识算法

使用 CBERS-02 星上各通道数据通过多种检测

方法, 实现遥感图像上云的识别。在云检测的阈值采用缺省指标与外部输入法相结合, 用户可根据图像情况自行设定。云监测的阈值包括针对 CCD 图像的大气顶反射率, 针对 RMSS 图像的大气顶层的亮温值。具体为: (1) 采用人机交互的方法, 由用户输入阈值; 云阴影处理是在标识为云的区域周围选取一个恰当的范围, 该方法主要用于厚云的检测; (2) 对于 CCD/WF 数据, 输入大气顶层反射率, 用红波段和近红外波段的数据为判据, 但该方法对于冰云识别不太准确; (3) 对于 RMSS 数据, 输入大气顶层亮温, 根据用户输入的阈值, 进行云标识; (4) 结合 CCD 和 RMSS 数据进行云标识, 包括利用波段之间比值图像, 以及利用第 2 3 波段的热红外亮温数据来判断云。

### 3.3 大气校正

大气校正是定量遥感中的重要内容, 本文主要采用 CBERS-02 卫星数据的快速订正方法<sup>[7]</sup>。即以经过几何定标和辐射定标后的 CBERS-02 卫星大气顶层反射率数据, 以及卫星反射率图像的纬度及成像时间为基础。首先假设地表为朗伯体, 根据图像所在地区不同季节典型大气廓线, 设定不同的地表反射率状况下, 利用 MODTRAN4.0 软件模拟不同波段的大气顶层辐亮度, 明确不同地表反射率对大气校正参数的影响; 计算出大气纠正后生成的查找表, 根据 CBERS-02 卫星图像的不同情况确定不同的大气校正参数, 从而对整幅图像进行大气校正。在此基础上, 考虑地表二向反射特性的影响, 即利用 AMBRALS (algorithm for MODIS bidirectional reflectance anisotropies of the land surface) 核驱动模型进行地表的 BRDF (bidirectional reflectance distribution function) 校正, 该模型可以将二向性反射分解为各向同性反射、体散射和几何反射 3 部分的权重之和, 每个部分使用不同的 BRDF 模型核。

采用 2004-06-18 怀来地区 CBERS-02 卫星的 CCD 数据进行大气校正的检验, 大气校正后 CCD<sub>2</sub> 和 CCD<sub>4</sub> 波段的地表反射率值和地表实测反射率相比不确定性分别为 16.31% 和 4.21%。CCD<sub>3</sub> 波段在大气校正的基础上还进行了 BRDF 校正, 校正后的反射率不确定性为 7.665<sup>[7]</sup>。

### 3.4 反照率生成算法

地表反照率是在地表反射的全部能量与接受

的全部能量的比值。在假设地表为朗伯体的条件下, 利用 CCD 地表反射率值, 计算各窄波段的入射光通量, 以便对于任意一个地表光谱反射率值能确定其对应的入射光通量值。确定各窄波段的入射光通量值后, 将其和地表反射率结合, 获取各窄波段的地表反射光通量值, 并进而得到窄波段的波段反照率。在此基础上, 根据反照率定义建立宽波段反照率与 CCD 第 1—3 各窄波段光谱反照率的线性关系。利用地表窄波段反照率获得宽波段反照率的关系参数, 主要是从能量角度出发, 直接利用单一波段的入射光通量和整个宽波段的入射光通量关系获得的。从而求得地表实测宽波段反照率。

### 3.5 植被指数

在遥感应用领域, 植被指数已被广泛用来定性和定量表征植被覆盖度及其生长状况。植被指数是对 CBERS-02 卫星 CCD 相机和 WF 相机可见光、红波段和近红外波段地表反射率数据通过加、乘、除等线性或非线性组合方式获得的。目前归一化植被指数 (NDVI) 应用最广。考虑到 WF 视角的影响, 需要已知每个像元点相对卫星的角度。在求取可调整的植被指数时, 对于土壤线的斜率和截距等经验参数, 用户可以根据实际情况进行调整, 从而增加程序的灵活性。通过 CCD 及 WF 的实测数据计算并模拟分析 NDVI 随辐射定标、光谱响应、大气条件及地物 BRDF 等因素变化的规律, 分析比较这两个传感器之间的差异。

利用 2004-05-04 同一天获取的 CCD、WF 及 MODIS 3 个传感器过河北怀来的图像计算同一地表的 NDVI 结果对比, 相对于 MODIS 的 NDVI 值, 滩涂地 CCD 和 WF 计算的 NDVI 的不确定性为 31.25% 和 26.87%; 作物地 CCD 和 WF 的 NDVI 结果不确定性为 1.33% 和 3.80%; 林地 CCD 和 WF 的 NDVI 结果不确定性为 13.61% 和 14.12%<sup>[5]</sup>。从植被指数比对表明对滩涂来说三者 NDVI 差异比较大, 其主要原因有二: 一是 CCD 与 WF 的空间分辨率和 MODIS 的相差比较大; 二是怀来遥感实验场的滩涂面积较小, MODIS 计算的滩涂 NDVI 值实际上已经包括了滩涂边上的农地贡献。针对官厅水库边的山地, 由于地形差异和植被覆盖差异引起的 CCD 局地 NDVI 和 MODIS 地结果相差也比较大。而对大面积农作物地 NDVI 对比结果来看, CCD 和 WF 的 NDVI 结果完成可以满足定量化应用的需要。

3.6 光合有效辐射比例算法

植物吸收性光合有效辐射比例 ( FPAR fraction of absorbed Photosynthetically active radiation)是重要的生态系统参数。研究表明利用遥感光谱可以提取 FPAR 而且在区域尺度是有效的途径。植物吸收的光合有效辐射是植被冠层吸收的参与光合生物量积累的光合有效辐射部分, 可通过入射光合有效辐射与 FPAR来求得。一般认为植被对太阳光合有效辐射的吸收比例取决于植被类型和植被覆盖情况, 在植被覆盖比较少 的情况下, 差值植被指数与 FPAR具有近线性相关关系; 在全植被覆盖情况下, 背景的影响显著减小, 可以利用 NDV 更好的估计 FPAR CBERS-02 利用植被指数模型, 实现 FPAR的估计。

3.7 土地覆盖度

植被覆盖度是衡量地表植被覆盖的一个最重要的指标。遥感技术实现了监测大面积区域的植被覆盖度。目前发展了许多利用遥感测量植被覆盖度的方法, 其中应用最广的方法是植被覆盖度与植被指数的相关分析法以及回归模型法, 直接利用植被指数近似估算植被覆盖度的方法。相对于回归模型法, 植被指数方法更具有普遍意义。像元二分模型是一种简单实用的遥感估算模型, 它假设一个像元的地表由有植被覆盖部分地表与无植被覆盖部分地表组成, 而遥感传感器观测到的光谱信息也由这 2个组分因子线性加权合成, 各因子的权重是各自的面积在像元中所占的比率。在覆盖度基础上, 开展了 CBERS-02卫星数据的分类, 土地分类

主要依赖于地表反射率数据, 并通过像元二分模型, ISODATA( iterative self organizing data analysis techniques)聚类方法以及不同类型地物的 NDV 值的方法, 实现对不同类型地物的分类。根据 CBERS-02数据特点, 目前主要分类地物有: 水体、植被、裸土和城区, 并将植被细分为阔叶林、针叶林、灌木林、稀树草原、草原和农田等类型。

3.8 陆地表面温度反演

基于 CBERS-02卫星的地表温度遥感反演, 主要是利用 RMSS红外相机第 9通道数据通过单通道方法加以实现, 即以大气顶层亮度温度、地表发射率 和大气水汽数据为基础, 应用单通道地表温度反演算法, 求算地表温度。该算法精度主要取决于地表分类和发射率的精度、大气水汽总量数据<sup>[4]</sup>。利用 CE312辐射计测量 2004-08-17青海湖水面温度, 对 CBERS-02卫星 RMSS数据的水面温度反演结果进行对比, 温度的差值为 0.09K<sup>[4]</sup>, 考虑 CE312辐射计测量精度<sup>[3]</sup>, 利用 CBERS-02卫星 RMSS数据反演水面温度的精度可达 0.39 K

4 CBERS-02数据定量化处理软件 的实现

CBERS-02数据定量化软件使用的开发环境为 MS-VisualC++ , 目前版本的系统主要是在资源卫星中心提供的 CBERS-02星的二级产品基础上进行地表参数反演。RSQA-CBERS采用典型的 Windows 的多文档视窗结构, 视窗包含有主菜单、工具条、活动面板、图像显示窗口和状态条等界面元素, 如图 2

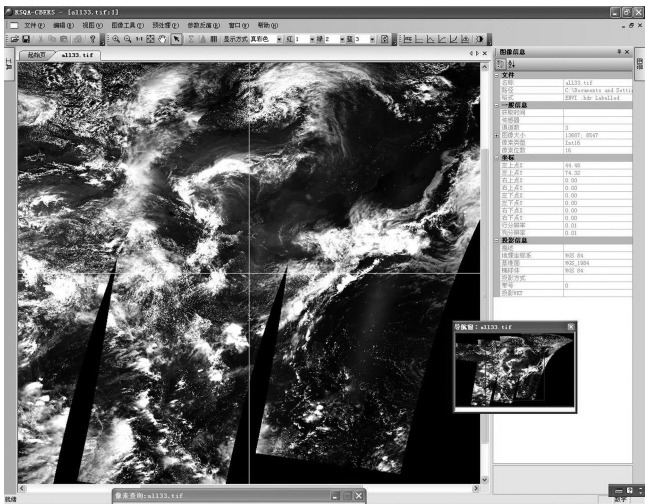


图 2 CBERS-02数据定量化处理软件界面

Fig 2 The interface of RSQA-CBERS

本系统除了参数定量反演与计算的功能模块以外, 还包括了数据管理、辅助信息导入和基本图像处理, 以及视窗管理模块等功能。其中数据管理功能包括: 打开、关闭和存储 TIFF 数据格式的图像, 以真彩色、灰度、伪彩色显示, 并方便系统其他部分调用; 辅助信息导入功能包括: 可以从 CBERS-02 卫星各级产品数据中读取传感器类型、投影信息、观测几何信息和图像四个角点的大地坐标等信息, 并加入到导出的图像中, 方便后续的图像处理和参数反演; 基本图像处理模块: 包括图像运算和空间滤波两个子模块。图像运算指对于大小相同的多幅图像, 进行加减乘除四则运算, 从而得到具有综合信息的单波段图像; 空间滤波为用户提供设置滤波器的功能, 让用户根据需求设置滤波的阈值, 并通过滤波提供特定需求的图像。视窗管理模块包括图像导航器、图像信息视图、图像编辑和视窗操作等, 从而形成了 CBERS-02 卫星数据处理基础。

## 5 结 论

在中巴地球资源卫星几何产品体系的基础上, 综合考虑 CBERS-02 卫星数据的几何与辐射特点的 CBERS-02 卫星数据产品体系, 为今后中国高空间分辨率数据产品体系的进一步完善提供了参考。

针对高空间分辨率数据的量化数据处理的应用需求, 第一次比较系统地集成近年来 CBERS-02 卫星数据绝对辐射定标研究成果、CBERS-02 卫星数据参数量化算法成果, 初步形成一个量化研究与应用的平台, 促进 CBERS-02 卫星数据的广泛应用。由于受数据本身的限制, 系统能反演的地表参数有限, 反演算法也需要不断改进。

致 谢 赵峰、巩惠、王中挺、朱利、高海亮、

怀红燕、周彬、余珊珊、李冲、张文君、袁海军和郭丁等参加了 CBERS-02 卫星数据量化应用软件的编程工作, 在此表示感谢。

## 参考文献 (References)

- [1] Li X Y, Gu X F, Min X J et al. Radiometric Cross Calibration of the CBERS-02 CCD Camera with MODIS Data [J]. Science in China (Series E) [J]. 2005, 48 (Supp): 44—60
- [2] Li X Y, Gu X F, Yu T et al. Enhanced Radiometric Calibration Coefficients for CCD Camera by Considering BRDF of Calibration Sites [J]. Journal of Remote Sensing, 2006, 10 (5): 636—643 [李小英, 顾行发, 余涛等. 考虑地物 BRDF 特性改进后的 CBERS-02 卫星 CCD 相机的辐射定标系数. [J]. 遥感学报, 2006, 10 (5): 636—643]
- [3] Zhang Y, Gu X F, Yu T et al. Absolute Radiometric Calibration of CBERS-02 IRMSS Thermal Band [J]. Science in China (Series E), 2005 48 (Supp): 72—90
- [4] Zhang Y, Yu T, Gu X F et al. Land Surface Temperature Retrieval from CBERS-02 IRMSS Thermal Infrared Data and Its Applications in Quantitative Analysis of Urban Heat Island Effect [J]. Journal of Remote Sensing, 2006, 10 (5): 789—797. [张勇, 余涛, 顾行发等. CBERS-02 IRMSS 热红外数据地表温度反演及其在城市热岛效应定量分析中的应用 [J]. 遥感学报, 2006, 10 (5): 789—797.]
- [5] Yu T, Li X Y, Zhang Y et al. Comparison of the Influence Factors on NDVI for CCD Camera and WFI Imager on CBERS-02 [J]. Science in China (Series E), 2005 48 (Supp): 100—115
- [6] Wu M R. CBERS-01 Application System and Its Data Processing System [R]. Evaluation on CBERS Data Application, 2000. [吴美蓉. 中巴地球资源一号卫星应用系统及其数据处理系统 [R]. 中巴地球资源卫星数据应用评价文集, 2000.]
- [7] Wang Z T, Chen L F, Gu X F et al. A Fast Atmospheric Correction Method Based on CBERS-02 data [J]. Journal of Remote Sensing, 2006, 10 (5): 709—714 [王中挺, 陈良富, 顾行发等. CBERS-02 卫星数据大气校正的快速算法 [J]. 遥感学报, 2006, 10 (5): 709—714.]

## Parameter Retrieval Algorithm and Software Design for CBERS-02 Satellite Data

GU Xing-fu, CHEN Liang-fu, YU Tao, LI Xiaoying, XU Hua

(State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Jointly Sponsored by the Institute of Remote

Sensing Applications of Chinese Academy of Sciences and Beijing Normal University

Demonstration Centre for Spaceborne Remote Sensing National Space Administration, Beijing 100101, China)

**Abstract** It's urgent to consider how to systematically establish the civil aeronautics remote sensing system, assimilate application requirements in the process of remote sensing quantification, and improve the earth observing ability and quantitative level. On October 21, 2003, the CBERS-02 was successfully launched. Charge Coupled Device Camera (CCD), Wide Field Imager (WFI) and the Infrared Multi Spectral Scanner (RMSS) are three important payloads on CBERS-02. The quantitative researches and experiments based on CBERS-02 data had been carried out, which provide a reference and demonstration for the quantitative application researches of FY-1H, Resourcesat-1, HJ etc. satellites data.

To conduct the quantitative application of the CBERS-02 satellite images, we have performed a series of experiments and researches. Researches on the quantification application of CBERS-02 include good knowledge of the payload's parameters, image's quality, radiometric calibration, validation of arithmetic models and the assessment of the application potential. As one of these research, the method of radiometric calibration and coefficients of the CCD, WFI and RMSS have been published, which has provided basic support to the quantitative application of the CBERS-02 satellite images. In this study, the remote sensed data processing frame and products system are designed based on the characteristic of the CBERS-02 images. The study demonstrates that the functions of quantifying processing for CBERS-02 satellite include the stage from the remote sensed signals to quantitative information and to the inversion of the surface parameters for CBERS-02. To provide a composite product system for CBERS-02 satellite, five level products have been designed based on the consideration of geometric and radiometric characteristic of CBERS-02 satellite, which will be a reference of the product system for the coming high spatial resolution satellite image in our country. The five level products are: Level1 (1B data), Level2 (relatively radiometric calibration product, MTF compensated product, coarse geometric registration product, accurate geometric registration product), Level3 (appearance radiance, appearance reflectance, appearance brightness, cloud identified product), Level4 (surface reflectance, surface brightness, surface albedo, LST) and Level5 (vegetation index LAI and cover FPAR).

In this study, techniques of quantifying processing for every level product are illustrated completely for CBERS-02 satellite. For the stage from the remote sensed signals to quantitative information, the vicarious calibration and cross calibration of CCD, WFI and RMSS images, cloud detection arithmetic of CCD images and atmospheric correction method of CCD images. For the absolute radiometric calibration for the CBERS-02 satellite, vicarious and cross calibration are performed and the calibration coefficients are achieved for CCD camera and RMSS camera. And the cross calibration is also carried out for WFI imager and the calibration coefficients are calculated as the first time in China. For the stage from quantitative information to the inversion of the surface parameters, the following products will be processed and achieved: surface reflectance, surface albedo, vegetation index LAI, FPAR, land cover and LST, etc.

Based on these quantitative researches, the professional quantifying processing software for CBERS-02 satellite Remote Sensing Quantitative application software: CBERS (RSQA-CBERS) is developed, which will facilitate the quantitative application of the CBERS-02 satellite. The development environment of RSQA-CBERS is MS Visual C++. However, the current version of RSQA-CBERS is running based on the Level2 product which is defined and provided by the center of Chinese Resource Satellite data and Application (CRESDA). Thus, due to the limitation of the images, the surface parameters inverted by the software are limited. What's more, the inversion arithmetic need to be improved.

**Key words** CBERS-02 satellite quantifying processing