

QJ

中华人民共和国航天行业标准

FL 1690

QJ 20100.1—2012

陆地观测卫星在轨辐射和几何定标规程 第 1 部分：光学遥感器

**Regulations for radiometric and geometric in-orbit calibration of
land observation satellites——
Part 1: Optical remote sensors**

2013—01—04 发布

2013—05—01 实施

国家国防科技工业局 发 布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 在轨辐射定标.....	1
4.1 辐射定标场的场地特性一般要求.....	1
4.2 测量仪器一般要求.....	1
4.3 在轨辐射定标技术流程.....	2
5 几何检验.....	8
5.1 图像定位精度检测.....	8
5.2 内部几何精度检测.....	9
5.3 空间分辨率检验.....	9
5.4 相机偏移矩阵计算.....	9
5.5 调制传递函数（MTF）检验.....	10
附录 A （资料性附录） 绝对辐亮度响应度的在轨辐射定标不确定度分析示例.....	11

前 言

QJ 20100《陆地观测卫星在轨辐射和几何定标规程》分为若干个部分。

本部分为QJ 20100的第1部分。

本部分的附录A为资料性附录。

本部分由中国航天科技集团公司提出。

本部分由中国航天标准化研究所归口。

本部分起草单位：中国资源卫星应用中心、中国航天标准化研究所。

本部分主要起草人：于晋、喻文勇、李照洲、康倩、郭经、秦敬芳、姚玉林。

陆地观测卫星在轨辐射和几何定标规程

第 1 部分：光学遥感器

1 范围

本部分规定了陆地观测卫星光学遥感器在轨辐射定标、几何检验的技术流程、具体步骤及相关要求。

本部分适用于我国陆地观测卫星在轨辐射定标和几何检验。其他遥感卫星也可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包含勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GJB 2700-1996 卫星遥感器术语

QJ 20094-2012 陆地观测卫星地面处理系统术语

QJ 20099.1-2012 陆地观测卫星遥感图像质量评价方法 第 1 部分：光学遥感器

3 术语和定义

GJB 2700-1996 和 QJ 20094-2012 确立的术语和定义适用于本部分。

4 在轨辐射定标

4.1 辐射定标场的场地特性一般要求

定标场一般应具备如下特征：

- a) 场区应近似朗伯表面，场地反射率均匀平坦，在可见光/短波红外波段的场地反射率一般不低于 0.3；
- b) 场区具有空间均一、平坦的定标目标，针对不同空间分辨率陆地观测卫星的需要，定标场区面积一般不小于 10 像元×10 像元；
- c) 场地反射率季节性变化不大于 10%；
- d) 海拔在 1km 以上，场区大气稳定清洁。

4.2 测量仪器一般要求

4.2.1 光谱仪

光谱仪测量的光谱范围一般为 350 nm～2500 nm，可用于原始数据、辐亮度数据和相对反射率因子的测量。

4.2.2 太阳辐射计

太阳辐射计光谱覆盖范围为可见光波段到短波红外波段。

利用太阳辐射计，进行以下三个方面的测量：

- a) 直射太阳辐射度测量；
- b) 利用四个气溶胶测量通道（即前四个通道），相对太阳位置，对太阳主平面内 $-6^{\circ}\sim+150^{\circ}$ 之间的 40 个角度方向上的天空辐射度进行测量；

- c) 利用四个气溶胶测量通道（即前四个通道），相对太阳位置，在同一个太阳天顶角情况下，测量 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 之间的 76 个角度方向上的晕辐射度。

4.2.3 照度计

照度计的光谱范围一般为 $350\text{ nm}\sim 2500\text{ nm}$ ，主要用于测量辐照度。辐照度的测量需要测量全照度和天空漫射照度两个光学参数。

4.2.4 红外辐射计

红外辐射计的光谱范围一般为 $350\text{ nm}\sim 2500\text{ nm}$ ，主要用于热红外波段在轨辐射定标，测量定标场地向上的辐射度和发射率。

4.3 在轨辐射定标技术流程

4.3.1 可见光短波红外波段（ $350\text{ nm}\sim 2500\text{ nm}$ 波段）在轨辐射定标

4.3.1.1 反射率法

4.3.1.1.1 定标技术流程

将地面测量的参考目标反射率和气溶胶、分子散射光学厚度以及气溶胶模式、大气模式、水汽、臭氧含量输入辐射传输模型，计算遥感器入瞳光谱辐亮度。

在轨辐射定标的反射率法技术流程按图 1 要求。

具体步骤如下：

- a) 选取同步观测日期，编制卫星观测计划；
- b) 采用无线电探空仪、气压计、空气温度计、风速风向仪、湿度计等获取风、压、湿等常规气象参数；
- c) 采用太阳辐射计测量大气光学参量；
- d) 采用光谱仪进行同步观测区地表反射比测量，先测量反射率参考板，再测量场地目标，保存光谱文件；
- e) 进行同步观测试验数据的处理，包括同步场地测试区的反射率、大气光学厚度以及常规气象参数等；
- f) 利用辐射传输模型（考虑多次散射）计算遥感器入瞳辐亮度值，计算各载荷的绝对辐射定标系数；
- g) 识别定标过程中的不确定性因素，分析各不确定性因素的相对标准不确定度，并将相对合成标准不确定度作为在轨辐射定标的不确定度，采用反射率法的绝对辐亮度响应度的在轨辐射定标不确定度分析示例参见附录 A 中表 A.1。

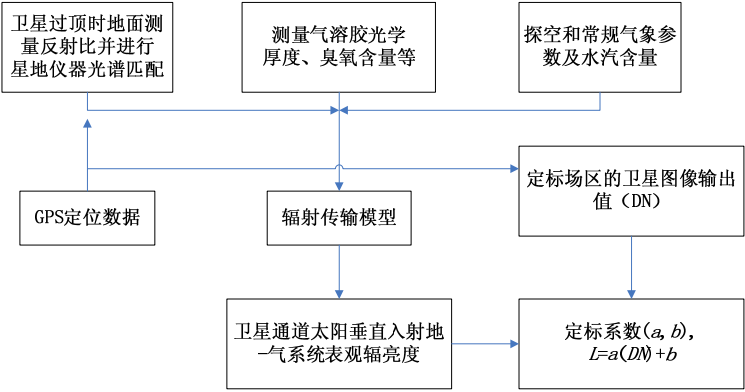


图1 在轨辐射定标的反射率法技术流程

4.3.1.1.2 计算公式

当传感器响应为线性时，利用反射率法按公式（1）计算卫星传感器绝对定标系数 K 和 B 。

$$L(\lambda) = K \cdot DN + B \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

L ——传感器入瞳光谱辐亮度，单位为 $\text{W}/\text{m}^2/\text{sr}/\mu\text{m}$ ；

K ——增益；

DN ——遥感图像输出灰度值；

B ——偏移。

其中， L 按公式（2）计算。

$$L = \frac{\mu_s E_s}{\pi d^2} \rho^*(\theta_v, \theta_s, \varphi_v - \varphi_s) \cdots \cdots \cdots (2)$$

式中：

μ_s ——太阳天顶角余弦值；

E_s ——大气层外太阳辐照度，单位为 W/m^2 ；

d ——日地距离订正因子；

ρ^* ——表观反射率；

θ_v ——传感器观测天顶角，单位为度（°）；

θ_s ——太阳天顶角，单位为度（°）；

φ_v ——传感器观测方位角，单位为度（°）；

φ_s ——太阳方位角，单位为度（°）；

其中， ρ^* 按公式（3）计算。

$$\rho^*(\theta_v, \theta_s, \varphi_v - \varphi_s) = \rho_a(\theta_v, \theta_s, \varphi_v - \varphi_s) + \frac{T(\mu_s) \rho T(\mu_v)}{(1 - \rho s)} \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中：

ρ_a ——大气固有反射率，可由大气辐射传输模型计算得到；

$T(\mu_s)$ ——入射方向大气透过率；

ρ ——实测的地面波段反射率；

$T(\mu_v)$ ——观测方向大气透过率；

μ_v ——传感器观测天顶角余弦值；

s ——大气球面反照率，可由大气辐射传输模型计算得到。

其中，入射方向透过率 $T(\mu_s)$ 按公式（4）计算。

$$T(\mu_s) = e^{-\frac{\tau}{\mu_s}} + \frac{E_d^0}{\mu_s E_s} \cdots \cdots \cdots (4)$$

式中：

τ ——大气总透过率；

E_d^0 ——散射辐照度，单位为 W/m^2 。

公式（4）中的第一项表示直射透过率，可由太阳辐射计测得，第二项表示散射透过率。

选取高低两个不同反射率的定标目标，利用公式（5）和公式（6），联合解算出 K 和 B ，即为待求的绝对定标系数。

$$L_1(\lambda)=K \cdot DN_1+B \cdots \cdots \cdots (5)$$

$$L_2(\lambda)=K \cdot DN_2+B \cdots \cdots \cdots (6)$$

4.3.1.2 辐照度法

4.3.1.2.1 定标技术流程

在反射率法流程的基础上，以实测漫射辐射与总辐射的比值计算遥感器入瞳表观反射率，进而求出遥感器入瞳辐亮度。

在轨辐射定标的辐照度法技术流程按图 2 要求。

具体步骤如下：

- a) 选取同步观测日期，编制卫星观测计划；
- b) 采用无线电探空仪、气压计、空气温度计、风速风向仪、湿度计等获取风、压、湿等常规气象参数；
- c) 采用太阳辐射计测量大气光学参量；
- d) 采用光谱仪进行同步观测区地表反射比测量，先测量反射率参考板，再测量场地目标，保存光谱文件；
- e) 采用照度计测量总辐射照度与天空漫射照度；
- f) 进行同步观测试验数据的处理，包括同步场地测试区的反射率、大气光学厚度、漫射与总辐射比以及常规气象参数等；
- g) 利用辐射传输模型（考虑多次散射）计算遥感器入瞳辐射度值，计算各载荷的绝对辐射定标系数；
- h) 识别定标过程中的不确定性因素，分析各不确定性因素的相对标准不确定度，并将相对合成标准不确定度作为在轨辐射定标的不确定度，采用辐照度法的绝对辐亮度响应度的在轨辐射定标不确定度分析示例参见附录 A 中表 A.2。

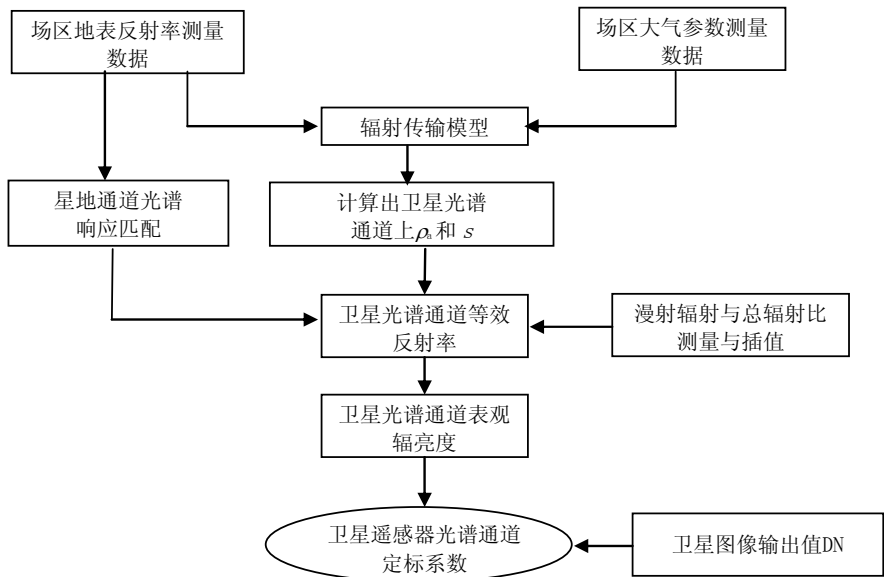


图2 在轨辐射定标的辐照度法技术流程

4.3.1.2.2 计算公式

遥感器入瞳辐亮度 L 按公式（7）计算。

$$L = \frac{\mu_S E_S}{\pi d^2} \rho^*(\theta_V, \theta_S, \varphi_V - \varphi_S) \cdots \cdots \cdots (7)$$

其中，表观反射率 ρ^* 按公式（8）计算。

$$\rho^*(\theta_V, \theta_S, \varphi_V - \varphi_S) = \rho_a(\theta_V, \theta_S, \varphi_V - \varphi_S) + \frac{e^{-\frac{\tau}{\mu_S}}}{1 - \alpha_S} \rho(1 - \rho_S) \frac{e^{-\frac{\tau}{\mu_V}}}{1 - \alpha_V} \cdots \cdots \cdots (8)$$

式中：

α_S ——太阳入射方向的漫射照度/总辐射照度比，可由照度计测得；

α_V ——遥感器观测方向的漫射照度/总辐射照度比，可由照度计测得。

选取高低两个不同反射率的定标目标，利用公式（5）和公式（6），联合解算出 K 和 B ，即为待求的绝对定标系数。

4.3.1.3 辐亮度法

4.3.1.3.1 定标技术流程

采用已良好定标的参考辐射计，通过航空平台（一般30km以上）实现与具有相似观测时间、观测几何条件的卫星遥感器的同步测量，以航空辐射计测量的辐射度为已知量，实现卫星遥感器的定标。

在轨辐射定标的辐亮度法技术流程按图3要求。

具体步骤如下：

- 选取同步观测日期，编制卫星观测计划；
- 采用无线电探空仪、气压计、空气温度计、风速风向仪、湿度计等获取风、压、湿等常规气象参数；
- 采用机载光谱仪测量输出值与仪器响应函数计算观测目标辐亮度；
- 当航空测量时刻与卫星观测时刻偏差较大（大于5min）时，太阳照度的变化可能会引起地面目标辐亮度的较大变化，需要对观测目标的辐亮度进行修正；
- 将航空测量的辐亮度按卫星观测的天顶角修正；
- 利用辐射传输模型计算遥感器入瞳处辐射度值并计算各载荷的绝对辐射定标系数；
- 分析各不确定性因素的相对标准不确定度，并将相对合成标准不确定度作为在轨辐射定标的不确定度。采用辐亮度法的绝对辐亮度响应度的在轨辐射定标不确定度分析示例参见附录A中表A.3。

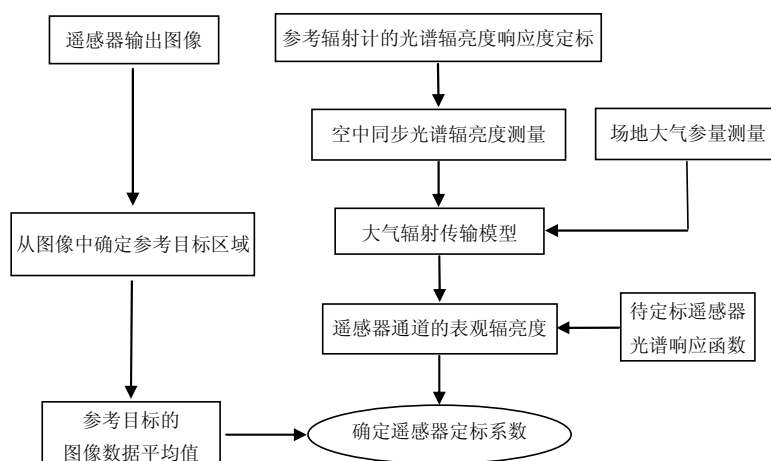


图3 在轨辐射定标的辐亮度法技术流程

4.3.1.3.2 计算公式

当大气订正可忽略时,可将辐射计测得的辐亮度值 $L_T(B_r)$ 进行光谱响应匹配修正后,按公式(9)计算卫星传感器入瞳辐亮度值。

$$L(\lambda) = M(\lambda) \cdot L_T(\lambda) \cdots \cdots \cdots (9)$$

式中:

$L(\lambda)$ ——待定标传感器通道B的入瞳等效光谱辐亮度,单位为 $\text{W}/\text{m}^2/\text{sr}/\mu\text{m}$;

$M(\lambda)$ ——光谱响应函数匹配因子;

$L_T(\lambda)$ ——辐射计测得的辐亮度值,单位为 $\text{W}/\text{m}^2/\text{sr}/\mu\text{m}$ 。

选取高低两个不同反射率的定标目标,利用公式(5)和公式(6),联合解算出 K 和 B ,即为待求的绝对定标系数。

4.3.1.4 交叉定标法

4.3.1.4.1 一般要求

实施交叉定标一般应满足以下要求:

- a) 参考传感器和待定标传感器宜具有相同或接近的观测几何、工作波段、过境时间,即满足几何、光谱和时间三者的匹配;
- b) 参考传感器应经过良好定标且具有经过精度验证的定标系数;
- c) 观测目标区应具有较高的反射率和空间均匀性,并至少充满 5×5 个像元;
- d) 观测目标区反射率在交叉定标的工作波段内应具有良好的光谱平坦性。

4.3.1.4.2 定标技术流程

在轨辐射定标的交叉定标法技术流程按图4要求。

具体步骤如下:

- a) 选取参考传感器和待定标传感器相匹配的观测区域和观测时间;
- b) 根据参考传感器的输出信号和定标系数,计算观测目标的表观辐亮度;
- c) 利用辐射传输模型计算观测目标在参考传感器工作波段内的反射率;
- d) 进行参考传感器和待定标传感器的光谱响应函数匹配;
- e) 利用辐射传输模型计算待定标传感器入瞳辐亮度值,从而计算绝对辐射定标系数;
- f) 分析各不确定性因素的相对标准不确定度,并将相对合成标准不确定度作为在轨辐射定标的不确定度。采用交叉定标法的绝对辐亮度响应度的在轨辐射定标不确定度分析示例参见附录A中表A.4。

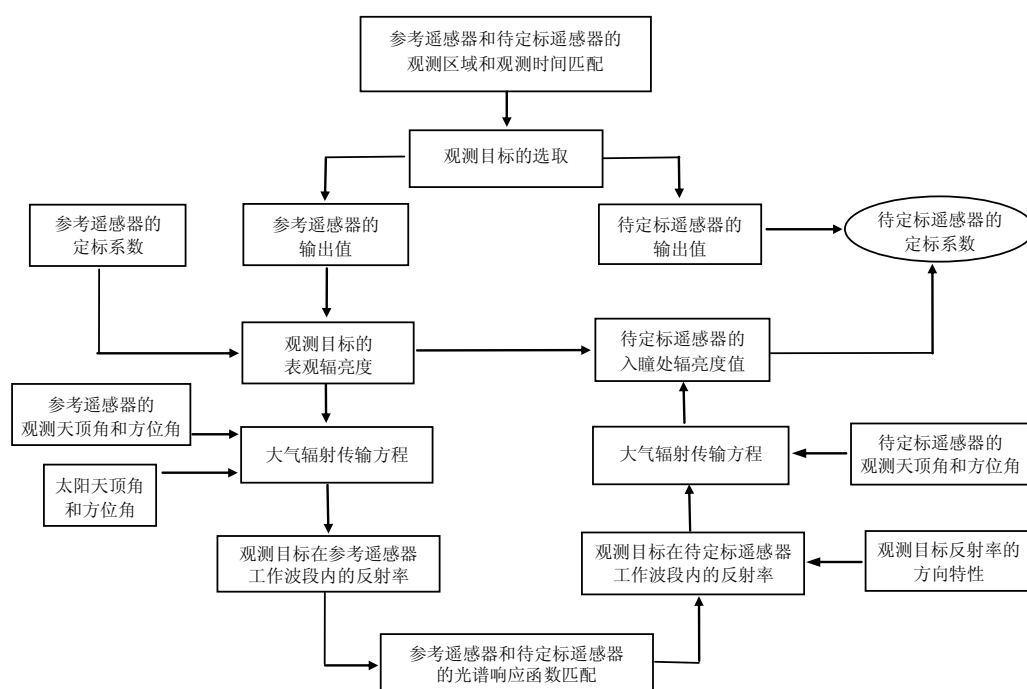


图4 在轨辐射定标的交叉定标法技术流程

4.3.1.4.3 计算公式

首先按公式（10）计算观测目标在参考传感器入瞳等效辐亮度。

$$L_T(B_r) = A(C)Y_r(B_r) \cdots \cdots (10)$$

式中：

$L_T(B_r)$ ——观测目标在参考传感器等效辐亮度，单位为 $W/m^2/sr/\mu m$ ；

$A(C)$ ——参考传感器的等效辐亮度计算算法，由参考传感器的数据使用手册提供；

C ——参考传感器的定标系数；

$Y_r(B_r)$ ——参考传感器在通道 B_r 处的输出值。

其次按公式（11）计算观测目标在待定标传感器入瞳处的等效辐亮度。

$$L(B) = M(L_a)M(\theta_s, \phi_s, \theta_v, \phi_v)M(\rho)M(R)L_T(B_r) \cdots \cdots (11)$$

式中：

$L(B)$ ——待定标传感器通道 B 的入瞳处等效辐亮度，单位为 $W/m^2/sr/\mu m$ ；

B ——与参考传感器通道 B_r 相匹配的待定标传感器通道；

$M(L_a)$ ——大气程辐射匹配因子；

$M(\theta_s, \phi_s, \theta_v, \phi_v)$ ——太阳天顶角和方位角、以及观测天顶角和方位角的匹配因子；

$M(\rho)$ ——观测目标的方向反射特性匹配因子；

$M(R)$ ——光谱响应函数匹配因子。

选取高低两个不同反射率的定标目标，利用公式（5）和公式（6），联合解算出 K 和 B ，即为待求的绝对定标系数。

4.3.2 热红外波段（ $8\mu m \sim 14\mu m$ 波段）在轨辐射定标

4.3.2.1 定标技术流程

在卫星过境前后30min内利用定标好的红外辐射计测量定标场的温度和发射率，同时获取大气温湿

度廓线数据,由测量获得的场地温度、发射率和辐射传输模拟得到的大气参数,推算出卫星热红外遥感器入瞳处的等效辐亮度,再与卫星遥感器输出DN值进行比对,确定遥感器定标系数。

具体步骤如下:

- a) 选取同步观测日期,编制卫星观测计划;
- b) 采用无线电探空仪、气压计、空气温度计、风速风向仪、湿度计等获取风、压、湿等常规气象参数,测量大气温湿压廓线;
- c) 采用太阳辐射计测量大气光学参量;
- d) 采用红外辐射计测量水面辐亮度;
- e) 进行同步观测试验数据的处理,包括同步场地测试区大气光学厚度、常规气象参数、水体辐亮度数据和反射率数据等;
- f) 由计算获得的卫星通道等效大气透射率和大气程辐射以及测量获得的水表辐亮度和星地光谱匹配因子等结果,根据卫星通道入瞳处等效辐亮度计算公式和普朗克公式计算热红外遥感器入瞳处的等效辐亮度和通道亮温,并按公式(1)计算绝对定标系数。

4.3.2.2 计算公式

按公式(12)计算卫星热红外遥感器入瞳光谱辐亮度。

$$L(\Delta\lambda) = \frac{\int [\tau(\lambda)\varepsilon(\lambda)B(\lambda, T_s) + (1 - \varepsilon(\lambda))\tau(\lambda)L_{down}^{\downarrow}(\lambda) + L_{up}^{\uparrow}(\lambda)] f(\lambda) d\lambda}{\int f(\lambda) d\lambda} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

$L(\Delta\lambda)$ ——卫星遥感器入瞳等效辐亮度,单位为 $W/m^2/sr/\mu m$;

$\tau(\lambda)$ ——地表到卫星遥感器观测路径上的整体大气透射率;

$\varepsilon(\lambda)$ ——场地地表发射率;

$B(\lambda, T_s)$ ——红外辐射计测得的地表温度下的黑体辐亮度,单位为 $W/m^2/sr/\mu m$;

$L_{down}^{\downarrow}(\lambda)$ ——大气半球空间下行光谱辐亮度,单位为 $W/m^2/sr/\mu m$;

$L_{up}^{\uparrow}(\lambda)$ ——卫星所在方向的大气上行光谱辐亮度,单位为 $W/m^2/sr/\mu m$;

$f(\lambda)$ ——卫星遥感器通道光谱响应函数。

选取高低两个不同反射率的定标目标,利用公式(5)和公式(6),联合结算出 K 和 B ,即为待求的绝对定标系数。

根据普朗克公式(公式13),计算目标亮度温度。

$$T_b = \frac{C_2}{\lambda \lg(\frac{C_1}{\lambda^5 \pi L(\Delta\lambda)} + 1)} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

C_1 —— $2.99793 \times 10^8 m/s$;

C_2 —— $14388 \mu m \cdot K$ 。

5 几何检验

5.1 图像定位精度检测

定位精度由遥感图像上得到的给定点的地理位置与其真实位置间误差的均方根来表征。一般采用

GPS进行地标定位。定位的方式可以采用绝对定位和相对定位，相对定位是精度较高的定位测量方式。

定位精度检测包括两部分：

- a) 图像景中心相对于标称景中心偏移的检测；
- b) 图像几何定位精度的检测。

计算公式见 QJ 20099.1-2012 中 6.4 的内容。

5.2 内部几何精度检测

5.2.1 内部几何精度计算

内部几何精度是指系统几何校正产品景内图像的若干固定点相对位置的距离与地图各同名点间相对距离的对比。计算内部几何精度的要求如下：

- a) 一般选择同名点组成近似水平、垂直和对角方向的四组点进行测量；
- b) 选择中心范围点并测量到各方向点的距离（长度），得出各点之间的距离变化表，并计算变化精度和正负方向。

计算公式见 QJ 20099.1-2012 中 6.5 的内容。

5.2.2 内部几何精度检测

内部几何精度检测的同名地物点（即地面控制点）应判读准确，应多人进行判读、审核，并对结果进行分析，包括均方差、最大误差方向等。内部几何精度检测主要从以下三个方面进行：

- a) 四个不同方向上的几何精度计算；
- b) 各控制点相对于景中心的几何精度计算；
- c) 各控制点相对于景中心的角度偏移计算，全部测试与分析均针对图像和参考图像上的同名控制点进行。

计算公式见 QJ 20099.1-2012 中 6.5 的内容。

5.3 空间分辨率检验

5.3.1 黑白矩形靶标

5.3.1.1 测试依据

测试依据如下：

- a) 根据对卫星图像中相关宽度地面靶标的识别情况，判别地面分辨率；
- b) 卫星图像中可以识别靶条的宽度即为图像的分辨率。

5.3.1.2 地面靶标要求

地面靶标要求如下：

- a) 黑白相间五线靶标（5 黑 5 白靶条）为一组；
- b) 黑白靶条对比度 10:1，宽度为采样间隔，长度 7 个像元；
- c) 依次布设沿轨方向 3 组，垂轨方向 3 组，每组间隔 2.5 个像元。

5.3.2 辐射状靶标

5.3.2.1 辐射状靶标黑白相间的小扇瓣构成一圆心角约 100°的大扇形。

5.3.2.2 辐射状靶标要求黑白靶条的对比度为 10:1。

计算公式见 QJ 20099.1-2012 中 6.7 的内容。

5.4 相机偏移矩阵计算

相机偏移矩阵为相机相对卫星本体的安装矩阵的修正矩阵。影响卫星遥感图像的几何定位因素主要

包括：相机安装偏差、姿轨测量精度、时统误差和地球模型误差。可采用偏移矩阵法对这些影响因素进行修正，即用统计的方法计算得到定位精度在俯仰、偏航和滚转三个方向的定位偏差，用一个基于安装矩阵上的偏移矩阵进行定位误差修正。偏移矩阵采用转序 3-1-2 的顺序表示从相机坐标系到卫星本体坐标系的转换。计算公式见公式（14）：

$$M = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \theta & 0 & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi & \sin \varphi \\ 0 & -\sin \varphi & \cos \varphi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \psi & \sin \psi & 0 \\ -\sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

θ ——俯仰角误差，单位为度（°）；

φ ——滚转角误差，单位为度（°）；

ψ ——偏航角误差，单位为度（°）。

具体步骤如下：

- a) 统计图像产品控制点的几何定位偏差，对每个相机统计多景图像，每景选择多个控制点坐标，对比参考图像上同名点坐标，记录每个控制点的 x 方向和 y 方向坐标偏差；
- b) 分析数据，获得每个相机的几何定位系统误差，并转换为偏航、俯仰和滚转方向上偏转角，获得相应的偏移矩阵；
- c) 修改配置文件，生产新的图像；
- d) 进一步评价分析，直到没有明显的系统定位误差。

5.5 调制传递函数（MTF）检验

5.5.1 场地检测卫星遥感器的方法可采用点、线和刃边的方式。对于较高空间分辨率（优于 5m），一般采用亮度阶跃式人工靶标；对于空间分辨率在 5m~40m 的卫星遥感器，可采用线性体的目标（常选择桥梁、公路等线性目标）。

5.5.2 刃边法是在遥感图像上选择具有一定反差的两块相邻均匀地物的边界，通过测定成像系统对这一边界的扩展状况来确定各种空间频率上的响应，从而得到该成像系统的 MTF 曲线。

5.5.3 目标地物选择要求是两边地物对比度大、辐射特性各自均匀，向两边拓展均至少 10 个像元，临界的边缘呈直线。

5.5.4 脉冲法以线状地物(如：图像中的桥梁)为观测目标，该线状地物位于宽广均匀的背景上，且与背景反差较大，其输入脉冲是宽度相当于目标实际宽度的方形脉冲，其输出脉冲是图像上 DN 值的拟合曲线。输入脉冲和输出脉冲均经过傅立叶变换，相除并归一化得到 MTF。

5.5.5 目标地物选择要求为两边背景地物辐射特性均匀，与目标地物对比度大，背景向两边拓展均至少 10 个像元，线状地物呈直线。

5.5.6 计算公式见 QJ 20099.1-2012 中 6.3 的内容。

附 录 A

(资料性附录)

绝对辐亮度响应度的在轨辐射定标不确定度分析示例

A.1 基于反射率法的绝对辐亮度响应度在轨辐射定标不确定度分析示例参见表 A.1。

表 A.1 绝对辐亮度响应度的在轨辐射定标不确定度分析示例 (反射率法)

不确定性因素	相对标准不确定度 %
参考目标反射率测量	3.5
大气光学厚度测量	1.1
大气吸收计算	1.3
气溶胶模式选择	0.2
气溶胶复折射指数的选择	2
气溶胶粒子尺度分布的选择	3
大气参量(温度、湿度、压力等)的垂直分布	1
参考目标的非朗伯特特性	1.2
辐射传输模型的固有误差	1
遥感器输出信号的不确定度(例如量化误差等)	1
相对合成标准不确定度(平方和根)	5.4

A.2 基于辐照度法的绝对辐亮度响应度在轨辐射定标不确定度分析示例参见表 A.2。

表 A.2 绝对辐亮度响应度的在轨辐射定标不确定度分析示例 (辐照度法)

不确定性因素	相对标准不确定度 %
大气光学厚度的测量	1
漫射与总辐射照度比值的测量	3
参考目标的反射率测量	2.5
大气球面反照度和大气反射率	1
μ_s 值的计算	0.2
μ_v 值的计算	0.2
遥感器输出信号的不确定度(例如量化误差等)	1
相对合成标准不确定度(平方和根)	4.28

A.3 基于辐亮度法的绝对辐亮度响应度在轨辐射定标不确定度分析示例参见表 A.3。

表 A.3 绝对辐亮度响应度的在轨辐射定标不确定度分析示例 (辐亮度法)

不确定性因素	相对标准不确定度 %
参考辐射计的响应度定标	2.8
测量误差	1.3
参考辐射计观测角度定向精度	1
飞行高度偏差校正	1
遥感器输出信号的不确定度(例如量化误差等)	1
大气校正	1
相对合成标准不确定度(平方和根)	3.67

A.4 基于交叉定标法的绝对辐亮度响应度在轨辐射定标不确定度分析示例参见表 A.4。

表 A.4 绝对辐亮度响应度的在轨辐射定标不确定度分析示例（交叉定标法）

不确定性因素	相对标准不确定度 %
参考遥感器定标系数的不确定度	5
瞬时视场配准	1.2
大气程辐射匹配	1.2
太阳照射角度匹配和遥感器观测角度匹配	3.2
观测目标的方向反射特性匹配	3
光谱响应函数匹配	1.2
遥感器输出信号的不确定度（例如量化误差等）	1
相对合成标准不确定度（平方和根）	7.03

中华人民共和国航天行业标准
陆地观测卫星在轨辐射和
几何定标规程
第1部分：光学遥感器
QJ 20100.1—2012

*

中国航天标准化研究所出版
北京市丰台区小屯路 89 号
邮政编码：100071
中国航天标准化研究所
印务发行部印刷、发行

版权专有 不得翻印

*

2013 年 5 月出版
定价：15 元