文章题目（黑体二号）

（恰当、简洁、醒目，能反映文章的中心内容，不超过20字）

张三1 李四2 王五1＊（四号）

(1. 中国计量科学研究院，北京 100029；

2. 成都理工大学，成都 610059)（五号）

摘要 为更好的满足热红外波段卫星遥感器的外场定标需求，提高外场定标的定标频次、时效性和测量精度，研制了具有自动化观测能力的多通道自校准热红外辐射计，用于测量外场大气下行辐射亮度和地表辐射亮度。介绍了多通道自校准热红外辐射计的结构设计、工作原理和实验室定标，并在此基础上开展了外场实验。以青海省格尔木定标场的观测数据为例，结合场地多通道数据中的温度与发射率分离算法，得到定标场地的真实温度和通道发射率结果，对不确定度进行了评估。数据结果表明，多通道自校准热红外辐射计四个光谱通道获取的通道发射率相对标准偏差最大为0.012，场地温度偏差在0.11 K以内，研制的多通道自校准热红外辐射计能够满足热红外波段外场定标的应用需求，为开展热红外波段遥感器的场地自动化辐射定标的研究奠定了基础。

（摘要400~600字，主要反映论文研究目的、研究方法、原理及特点、结果与结论，切忌把研究背景写入摘要，开门见山，突出本文研究方法、关键技术、创见所在，应尽可能多地给出原文中的定性、定量结果。摘要中不得标引参考文献序号，避免复杂数学公式和化学分子式。）

关键词 热红外；辐射定标；辐亮度；地表温度；发射率

（根据文章所讨论的主题内容标出5～8个关键词）

Paper Title

（英文题名不超过10个实词，实词首字母大写，中、英文题名含义应一致）

ZHANG San1  LI Si2 WANG Wu1＊

(1. National Institute of Metrology，Beijing 100029，China；

2. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

**Abstract：** To better meet the field radiometric calibration requirements of the thermal infrared band satellite remote sensor, and to improve the calibration frequency, timeliness, and measurement accuracy of the field radiometric calibration, a Multi-channel Self-calibration Thermal Infrared Radiometer (MSTIR) with automatic observation capabilities has been developed for measuring the atmospheric downward radiance and ground surface radiance in the field. In this paper, the structure, working principle, and test results of the MSTIR were introduced, and field experiments are carried out on this basis. Taking the observation data of the Golmud calibration field in Qinghai Province as an example, combined with the temperature and emissivity separation algorithm of the multi-channel data of the site, the land surface temperature, and channel emissivity results of the calibration site were obtained, and the uncertainty was evaluated. The data results show that the maximum relative standard deviation of channel emissivity obtained by the four spectral channels of the MSTIR is 0.012 at maximum, and the field temperature deviation is within 0.11 K. The developed MSTIR can meet the application requirements of thermal infrared band field calibration, which lays a foundation for the application of site automatic radiometric calibration of thermal infrared band remote sensor.

**Key words：** thermal infrared, radiometric calibration, radiance, land surface temperature, spectral emissivity

**0 引言**（文章内容不少于6000字且不少于五页）

随着热红外遥感技术的发展，大批具有热红外波段探测能力的对地观测卫星遥感器陆续发射升空，在环境监测、大气成分探测、气候变化以及地球资源勘察等诸多领域得到广泛的应用[1 - 2]。为了精确获取被测目标的辐射信息，降低自身探测系统衰变以及大气层中复杂多变气候条件干扰等因素带来的影响，必须开展卫星遥感器的光谱辐射定标工作，高精度的辐射定标是卫星遥感定量化的前提[3]。

通常来说，卫星遥感器在轨运行期间，除了利用星载黑体进行在轨辐射定标外[3]，还需要定期开展野外辐射校正场的替代定标工作。目前我国在野外辐射校正场的替代定标工作主要是以人工现场测量的方式进行的，通过一系列观测设备获取校正场的地物光谱辐射特性参数，如地表光谱反射率、光谱发射率、光谱辐射亮度、光谱辐射照度和地表温度等，在此基础上结合大气辐射传输模型，计算得到卫星遥感器入瞳处的光谱辐射量值，完成外场定标工作[4 - 5]。所选取的辐射定标场一般为戈壁、沙漠、草原、高原湖等地物特征单一的偏远地区，且每次计划进行外场定标时需要同时考虑人员、仪器设备、天气气象条件、卫星载荷成像任务规划等众多因素，使得成功开展一次外场辐射定标经常需要耗费很长时间，这也导致了外场定标频次较低（1～2次/年），难以准确反映卫星载荷的性能变化并对其进行及时校正。如何提高卫星遥感器外场定标的频次和时效性，保障分析遥感器衰变的有效数据量，对提高卫星遥感器的外场定标精度具有重要意义[3]。

根据卫星遥感器的高频次外场定标需求，结合热红外波段卫星遥感器的发展趋势，设计并研制了具备自动化观测能力的多通道自校准热红外辐射计（Multi-Channel Self-Calibration Thermal Infrared Radiometer，MSTIR），用于外场地表光谱辐射亮度和辐射亮度温度的自动化长期观测，获取的观测结果结合地表温度和发射率分离算法可得到地表的光谱发射率数据和真实温度，为卫星载荷的外场定标实验提供数据支撑。本文概述了热红外波段卫星遥感器外场定标的基本流程，介绍了MSTIR的结构设计、工作原理以及实验室定标，阐述了基于标准黑体辐射源的定标方法，得到了MSTIR四个通道的定标系数，并在此基础上开展了外场定标实验，以青海格尔木戈壁场地的实验数据为例，利用多通道场地温度和发射率分离算法对数据进行处理，获取了场地温度与通道发射率结果，最后对定标不确定度进行了评估。

（引言部分不少于1000字，主要介绍本文的研究背景和目的，请叙述相关领域研究概况，说明本研究与前人工作的关系、目前研究热点及存在的问题，重点指出本研究的意义。）

**1** 正文

**1.1 标题层次**

正文层次标题应简短明确，各层次序号依次为“1”，“1.1”，“1.1.1”等，一律左顶格，后空一格写标题．若“1.1.1”后还有小层次，则分别另起行 (空两格)用“**a.** ”，“**b.** ”，“**c.** ”，… 表示。

**1.2 数学公式**

数学公式中间推导过程尽量精简，未引用公式不编号，仅在叙述中须引用的数学公式才编号。未编号的简短公式一般随文写，但较长且较复杂的未编号公式可另行居中。全文公式统一连续编号；定理、引理、定义、推论等也分别全文统一连续编号。

**1.3** **图表**

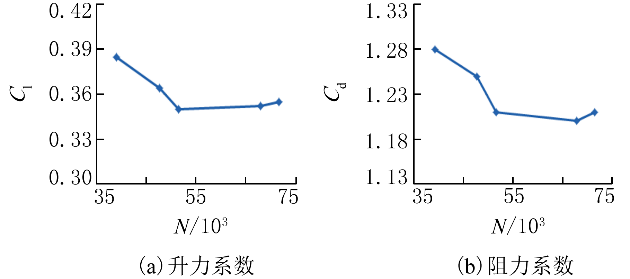
图表要精选，出自于已有文献的一律略去，切忌图和表的内容重复或与文字重复。图表均应有序号、图名和表名(中英文均需)。图表中字符和数据应准确无误，且与文字叙述一致。

图应精心设计与绘制，要求布局合理、大小适中、结构紧凑美观，线条粗细均匀。定量坐标图的横纵坐标必须有刻度和刻度值，必须有量和单位，并分别居中置于纵横坐标轴外侧。如图1~2所示。

021604

**图1 两种结构功率变化曲线**

**Fig.1  Power curves of two structures**



**图2 升力系数和阻力系数**

**Fig.2  Lift coefficient and drag coefficient**

彩图和照片图要求图像清晰、层次分明、反差适中，文件格式为.tif，图片分辨率要求为600 dpi。（二维和三维图中的网格请去掉）

表格中各栏数据的有效数字位数应一致，字符和数据应与文字一致．**表内“空白”表示未测试或无此项，“—”表示未发现，“0”表示实测结果为零**。表内参数单位相同者，将单位置于表的右上方；各栏参数单位不同者，可将单位放于各相应栏目标题的数值旁。表中所须说明的事项，可用简练的文字注于表的底线下方。如表1~2所示。

**表1 系统参数**

**Tab. 1 System parameter**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *x*/cm | *I*/mA | *v*/(m·s-1) | *h*/m | *p*/MPa |
| 10  20 | 30  25 | 2.5  4.3 | 4  3 | 110  120 |

表**2** **Yale**人脸库识别一张图片的平均时间 /s

**Tab. 2 Average time of recognizing a picture in yale face database**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 算法 | *L* | | |
| 5 | 6 | 7 |
| DSNPE | 4.709 1 | 4.839 0 | 5.663 5 |
| 本文 | 2.949 2 | 2.960 7 | 3.438 9 |

**1.4 量和单位**

量和单位必须采用最新国家标准和规定。非法定计量单位必须换算，如：1 bar=1×105 Pa，1 mmHg=133.322 Pa，1 atm=101.325 kPa，1 dgn=1×10-5 N，1 kgf=9.806 65 N，1 tf=9.806 65 kN，1 ppm=1×10-6等。**(文中所有变量符号首次出现时必须说明其含义。正斜体：文中单位一律正体，物理量一律斜体)文中变量一律采用单字符表示，须要区分时加下标；下标中由文字转化来的说明性字符用正体，如*Q*out；由变量转化来的用斜体，如*Pi*；单位、词头用正体，如nm，pF等；运算符用正体，如exp，lg，max，min等；几个特殊常量用正体，如e，i，π等。**

**2** 结论

热红外波段卫星遥感器的外场定标是遥感定量化应用的重要一环，提高外场定标精度对遥感定量化水平的提升具有重要意义。在热红外波段的外场定标中，场地的温度和发射率是定标过程中所需的关键参数，为更好地满足的热红外波段卫星遥感器的外场定标需求，研制了多通道自校准热红外辐射计（MSTIR），用于外场大气下行辐射亮度和离地辐射亮度的自动化测量，结合MTES算法可得到地表光谱发射率数据，为卫星载荷的外场定标实验提供数据支撑。

本文介绍了MSTIR的结构设计、工作原理和实验室定标，并在此基础上开展了青海格尔木场地红外特性测量实验，利用实测数据和MTES分离算法，得到了定标场地的真实温度和通道发射率结果，四个光谱通道获取的通道发射率相对标准偏差最大为0.012，场地温度偏差在0.11 K以内，验证了算法的可行性，也进一步说明研制的MSTIR可以满足目前热红外波段的外场应用需求。

（结论要有数据，结论部分应完整地阐述本文的研究内容，并包括且不限于：本文的不足之处及在后续研究中的展望。文字内容应观点明确、严谨、完整，表述忌不清不楚，注意用词的准确性，不能用“可能”、“也许”等词。如果结论段的内容较多，可以分条写并给以编号，每条成一段;如果结论段内容较少，可以不分条写，整个合为一段。）

参考文献

参考文献为作者论文撰写中参考的主要文献，近3年的文献应占30％以上，作者需仔细核对所引参考文献以保证各项内容准确无误。

1．论文应附参考文献(30条以上)。所列参考文献应是公开出版发行的书刊、会议论文集等，必须

引用的非公开出版发行的资料，请做页下注 (写在当页下方)。文献必须按顺序引用，（并在文中标注）文中未引用文献则不列出；

2．外文作者姓在前名在后，且名应缩写 (不加缩略点)

3．“作者”三位以内全部列出，多于三位的列出前三位后加“等”或“et al”；

4．“出版地（保存地点）”请给出城市名，对同名异地或不为人们所熟悉的地名，可在城市名后附州名、省名、国名等。

**以下为参考文献样式，请严格参照GB/T 7714-2015《信息与文献参考文献著录规则》书写**

**1 专著**

［序号］作者．书名[M]．版次(第1版不写)．出版地：出版社,出版年：起始页码-终止页码.

例：

［1］孙家广，杨长青．计算机图形学[M]．北京：清华大学出版社，1995:34-41．

［2］SKOLINK M I．Radar handbook[M]．2nd ed．New York： McGraw-Hill，1990:45-47．

**2 连续出版物**

［序号］作者．文题[J]．刊名，年，卷（期）：起始页码-终止页码．

**例：**

［3］杨得庆，隋允康，刘正兴，等．应力和位移约束下连续体结构拓扑优化[J]．应用数学和力学，2000，21（1）：17-24．  
［4］KUCHEIKO S，CHOI J W，KIM H J，et al．Computer architecture a quantitative approach[J]．Journal American Ceram Soc，1997，80(11)：2937-2940．

**3 论文集、会议集**

［序号］作者．论文名[C].出版地：出版社，出版年．

**例：**

［5］雷光春.综合湿地管理：综合湿地管理国际研讨会论文集[C].北京：海洋出版社,2012.

［6］BABU B V, NAGAR A K, DEEP K, et al. Proceedings of the Second International Conference on Soft Computing for Problem Solving, December 28-30, 2012[C]. New Delhi: Springer, 2014.

**4 学位论文**

［序号］作者．论文名［D］．所在城市：保存单位，年．

**例：**

［7］金宏．导航系统的精度及容错性能的研究［D］．北京：北京航空航天大学自动控制系，1998．

［8］PAXSON V．Measurements and analysis of end-to-end internet dynamics[D]．Berkeley：Computer Science Division，University of California，1997．

**5 技术标准**

［序号］作者．技术标准名称：技术标准号［S］．出版地：出版单位，年．

［9］全国信息与文献标准化技术委员会.文献著录：第4部分 非书资料：GB/T 3792.4—2009[S].北京：中国标准出版社，2010：3.

［10］国家环境保护局科技标准司.土壤环境质量标准：GB15616—1995[S/OL].北京：中国标准出版社,1996:2-3[2013-10-14].http://wenku.baidu.com/view/b950a34b767f5acfalc7cd49.html.

**6 报告**

［序号］报告者．报告题名: 报告编号[R]．地点：报告机构，完成年．

**例：**

［11］World Health Organization．Factors regulating the immune response：report of WHO Scientific Group[R]．Geneva： WHO，1998．

**7 专利**

［序号］专利申请者．专利题名：专利号[P] .发布日期．

**例：**

［12］张凯军.轨道火车及高速轨道火车紧急安全制动辅助装置：201220158825.2[P].2012-04-05.

**8 专著中析出的文献**

［序号］析出文献主要责任者．析出文献题名[文献类型标识]//专著主要责任者, 专著题名:其他题名信息.版次(第1版不写)．出版地：出版社,出版年:析出文献的页码.

**例：**

［13］马克思.政治经济学批判[M]//马克思, 恩格斯. 马克思恩格斯全集：第35卷. 北京:人民出版社, 2013:302.

［14］ 贾东琴, 柯平.面向数字素养的高校图书馆数字服务体系研究[C]//中国图书馆学会. 中国图书馆学会年会论文集:2011年卷. 北京:国家图书馆出版社, 2011:45-52.

**9 电子资源（不包括电子专著、电子连续出版物、电子学位论文、电子专利）**

［序号］主要责任者．题名：其它题名信息[文献类型标识/OL] .（更新或修改日期）[引用日期].获取和访问路径. DOI.

备注：引用日期必写，（更新或修改日期）及DOI有则必写。

**例：**

［15］萧钰.出版业信息化迈入快车道[EB/OL].（2001-12-19）[2002-04-15].<http://www.creader.com/news/20011219/200112190019.html.>

［16］Commonwealth Libraries Bureau of Library Development.Pennsylvania Department of Education Office.Pennsylvania library laws[EB/OL]. [2013-03-24]. <http://www.racc.edu/yocum/pdf/PALibrary> Laws.pdf.

**10 在线发表（主要针对期刊）**

［序号］作者．文题[J]．刊名. doi：．

**例：**

［17］陈川, 宋文涛, 周新华. 电工钢磁性能测量用单片测试仪的磁轭损耗的研究与分析[J]. 计量科学与技术.doi:10.12338/j.issn.2096-9015.2021.0575.https://jlkj.nim.ac.cn/cn/article/doi/10.12338/j.issn.2096-9015.2021.0575.

**11 其他未说明的文献类型（包括条例）**

［序号］颁布单位．条例名称[Z]. 发布日期.

**例：**

［18］中华人民共和国科学技术委员会. 科学技术期刊管理办法[Z]. 1991-06-05.