

文章编号: 1672-8785(2014)05-0042-04

## 城市典型植被的热辐射特性研究

刘 宇<sup>1</sup> 赵云升<sup>1\*</sup> 张 霞<sup>1</sup> 浮媛媛<sup>1</sup> 孙 璐<sup>1</sup>  
姚馥琳<sup>1</sup> 赵文利<sup>1</sup> 那金龙<sup>2</sup>

(1. 东北师范大学地理科学学院, 吉林长春 130024;

2. 东北师范大学体育学院, 吉林长春 130024)

**摘 要:** 植被在改良土壤、防风固沙、净化环境、调节气候以及人类生存等方面具有不可替代的重要作用, 因此植被研究是地球生态环境研究中不可或缺的内容。而日趋成熟的热红外监测技术则为植被研究提供了一种更快捷、更有效的手段。通过对吉林省长春市典型地面植被的亮度温度进行测量, 得到了不同类型植被的热辐射特性。研究了不同角度、不同波段、不同时相和不同类型植被的热辐射特性。结果表明, 植被类型对植被的亮度温度影响较大, 波段对植被的亮度温度影响较小, 测量时间对植被的亮度温度影响明显, 探测角度对植被的亮度温度影响较大。该实验为植被类型的进一步精确识别和分类提供了重要依据。

**关键词:** 植被; 热辐射; 亮度温度

**中图分类号:** TP79 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2014.05.009

## Study of Thermal Radiation Characteristics of Typical Vegetation in City

LIU Yu<sup>1</sup>, ZHAO Yun-sheng<sup>1\*</sup>, ZHANG Xia<sup>1</sup>, FU Yuan-yuan<sup>1</sup>, SUN Lu<sup>1</sup>,  
YAO Fu-lin<sup>1</sup>, ZHAO Wen-li<sup>1</sup>, NA Jin-long<sup>2</sup>

(1. College of Geographical Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, China;

2. College of Physical Education, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

**Abstract:** Vegetation plays an irreplaceable important role in soil improvement, sand fixing, environment purifying, climate adjusting and human survival etc. Therefore, the study of vegetation is indispensable for the research on the ecological environment of the earth. The more and more mature thermal infrared detection technology can provide a more rapid and effective means for the vegetation research. By measuring the brightness temperature of the typical ground vegetation in Changchun city, Jilin Province, the thermal radiation properties of different kinds of vegetation are obtained. The thermal radiation properties of different kinds of vegetation are studied in different wavebands and time phases at different angles. The result shows that the brightness temperature of vegetation is affected by the kind of vegetation largely, by the waveband less, by the measurement time obviously and by the detection angle greatly. It provides an important basis for more accurate recognition and classification of vegetation.

**Key words:** vegetation; thermal radiation; brightness temperature

收稿日期: 2014-03-16

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41271350; 40971190; 40771153); 国家级大学生创新创业训练计划 (201210200091)

作者简介: 刘宇 (1993-), 女, 辽宁凌源人, 本科生, 主要从事地理信息系统专业学习。E-mail: liuy212@nenu.edu.cn

\* 通讯作者: E-mail: zhaoy975@nenu.edu.cn

## 0 引言

从理论上讲, 地物的热辐射遵循黑体辐射定律。所有地物只要温度在绝对零度之上就会产生热辐射, 辐射出与其表面温度和表面状态有关的电磁波, 即向外辐射具有一定能量和波谱分布位置的电磁波。在  $8 \sim 14 \mu\text{m}$  波段, 物体本身的热辐射能量大于物体反射的太阳辐射能量, 即以地物本身的热辐射为主, 太阳辐射仅占很小的一部分<sup>[1]</sup>。因此, 在该波段内测得的亮度温度能够代表地物本身的热辐射特性。

作为城市生态系统的重要组成部分, 城市植被发挥着巨大的生态效益, 因此对城市植被进行合理分类有利于城市建设与规划。在以往进行有关植被分类的实验过程中, 人们都是通过一些分析算法对遥感影像进行分类研究的<sup>[2-4]</sup>, 而本文通过直接比较城市典型植被的亮度温度对其进行分类, 以减小分类过程中产生的误差。

在研究地物的热辐射特性时, 人们大多使用热红外遥感影像<sup>[5-7]</sup>, 以至于在获取所需数据时需要进行大气校正与几何校正, 并且还需要考虑混合像元问题, 从而导致研究结果精度较低。而本文通过实地测量数据将上述因素的影响降至最低, 从而大大提高了实验精度。

在此基础上, 本文加入了“探测角度”这一变量因素<sup>[8-10]</sup>。无论在大气中还是在地表上, 都存在垂直方向上的变化及空间结构, 因此反射的方向性是关于材料的波谱特征和空间结构特征的函数<sup>[11]</sup>。与单一角度相比, 通过从不同的探测角度对目标进行测量, 可以获得更加全面的相关信息和提高实验结果的精度。

## 1 试验设计

### 1.1 试验区的选择

本次试验于 2013 年 6 月至 9 月进行, 其试验区位于吉林省长春市中部 (自由大路以南, 亚泰大街以西, 人民大街以东, 南湖大路以北)。

试验中所选取的测量植被类型均为经常在城市中种植的植被, 主要包括树篱、阔叶树、草坪和针叶树等 4 种类型, 其中树篱为女贞树篱,

阔叶树为紫丁香, 草坪为紫羊茅草坪, 针叶树为红皮云杉。所测量的女贞树篱的地理坐标为  $43^{\circ}51'36.63''\text{N}$ 、 $125^{\circ}19'16.07''\text{E}$ , 紫丁香的地理坐标为  $43^{\circ}51'39.91''\text{N}$ 、 $125^{\circ}19'15.81''\text{E}$ , 紫羊茅草坪的地理坐标为  $43^{\circ}51'16.94''\text{N}$ 、 $125^{\circ}19'40.46''\text{E}$ , 红皮云杉的地理坐标为  $43^{\circ}51'33.00''\text{N}$ 、 $125^{\circ}19'36.75''\text{E}$ 。试验中分别记录每次测量的时间、天气状况、空气温度和湿度、所测植被的类型、探测角度以及测量方向等。通过对不同植被进行多次测量, 得到了这些植被在不同波段、不同时间段和不同角度下的亮度温度。

### 1.2 试验仪器

本次试验采用法国 CIMEL 电子仪器公司生产的 CE312-1b 型热红外辐射计, 其光谱通道包括第一通道 C1 ( $8000 \sim 13000 \text{ nm}$ )、第二通道 C2 ( $11500 \sim 12500 \text{ nm}$ )、第三通道 C3 ( $10300 \sim 11500 \text{ nm}$ ) 和第四通道 C4 ( $8200 \sim 9200 \text{ nm}$ ), 工作温度为  $-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 。用该仪器测得的数据的重复性优于 99.65%, 满足数据获取的精度要求。图 1 所示为本次试验使用的仪器。

### 1.3 数据处理

为了保证数据的可比性和精确性, 本文选择天气状况相同 (晴朗、无云、无风或微风)、空气温度和湿度相差不大时测得的数据。

为了减少偶然误差的干扰和提高试验精度, 每组试验数据的测量次数都保证在 5 次以上。我们总共进行了将近 1000 组试验数据的测量工作, 而且还先对选取的有效数据进行加权



图 1 试验仪器

平均处理,然后再对其进行对比分析,以保证试验结果的准确性。

## 2 城市典型植被的热辐射特性分析

在进行数据分析时,我们选取测量时天气状况大致相同、环境温度与湿度大体一样的数据进行比较和分析,以保证结果具有可信性。

本文将从植被类型、测量波段、时间段和探测角度等方面对植被的热辐射特性进行分析。

### 2.1 亮度温度与植被类型的关系

图 2 为同一测量时间(中午)、探测角度为  $0^\circ$  时的女贞树篱、紫丁香阔叶树、紫羊茅草坪和红皮云杉 4 种植被的热辐射特征图。图 3 为同一测量通道(C1)、探测角度为  $0^\circ$  时以上 4 种植被的热辐射特征图。

从图 2 和图 3 中可以看出,在探测角度相同时,紫丁香的亮度温度明显高于其他 3 种植被的亮度温度,女贞树篱的亮度温度最低,而紫羊茅草坪的亮度温度则略高于红皮云杉;在保持

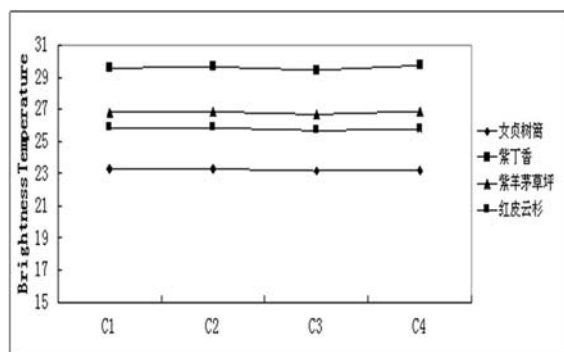


图 2 同一测量时间、探测角度为  $0^\circ$  时的热辐射特征图

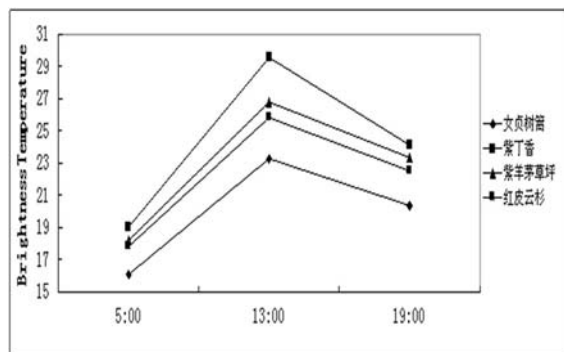


图 3 同一测量通道、探测角度为  $0^\circ$  时的热辐射特征图

探测时间和探测角度不变的情况下,这 4 种植被的亮度温度在同一通道的差别比较明显;在保证探测通道和探测角度一致的情况下,这 4 种植被的亮度温度在同一探测时间的差别较为明显,而且在不同时间段的变化趋势大体相同。因此,不同类型植被的亮度温度之间的差别较为明显,而且不同植被在早晨、中午和晚上表现出相似的变化趋势。

### 2.2 亮度温度与测量时间的关系

以紫丁香为例,在同一天的不同时刻、探测角度为  $0^\circ$  时测量了同一地点的紫丁香的亮度温度(其结果见图 4)。

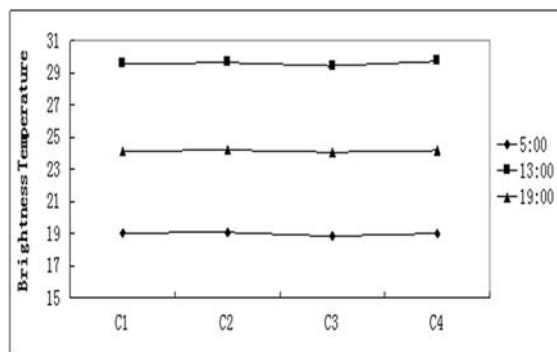


图 4 紫丁香的热辐射特征图

从图 4 中可以看出,紫丁香的亮度温度在中午最高,晚上次之,早晨最低。这是由地物本身的温度差异引起的。地物在早晨、中午和晚上的辐射出射度不同,导致紫丁香的亮度温度的变化趋势为中午 > 晚上 > 早晨;早晨、中午和晚上 3 个时间段的 4 个通道的亮度温度相差不大,几乎与横坐标平行。因此,不同的测量时间对城市典型植被的亮度温度影响较大。

### 2.3 亮度温度与波段的关系

以紫羊茅草坪为例,在同一天的不同通道、探测角度为  $0^\circ$  时测量了同一地点的紫羊茅草坪的亮度温度(其结果见图 5)。

从图 5 中可以看出,早晨、中午和晚上 3 个时间段的曲线几乎与横坐标平行,因此紫羊茅草坪在这 4 个通道的亮度温度相差不大或者几乎相等,而本文涉及到的其他 3 种植被也基本同样如此。因此,不同波段对同一植被的亮度温度的影响并不明显。

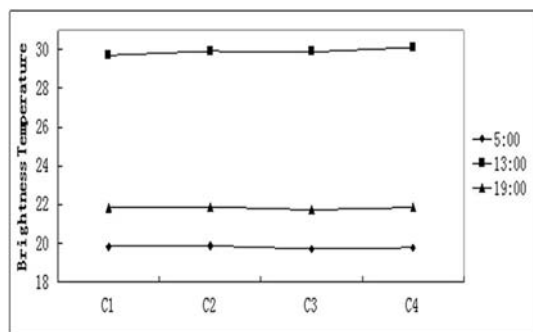


图 5 紫羊茅草坪的热辐射特征图

## 2.4 亮度温度与探测角度的关系

以紫丁香为例, 选取不同探测角度下的亮度温度值 (中午) 进行比较 (其结果见图 6)。

从图 6 中可以看出, 不同的探测角度下, 紫丁香的亮度温度也不同。当探测角度为  $60^\circ$  时, 紫丁香的亮度温度最高,  $30^\circ$  时次之,  $0^\circ$  时最低。因此, 探测角度对植被的亮度温度影响较大, 而且随着探测角度的增大, 亮度温度会逐渐增加。

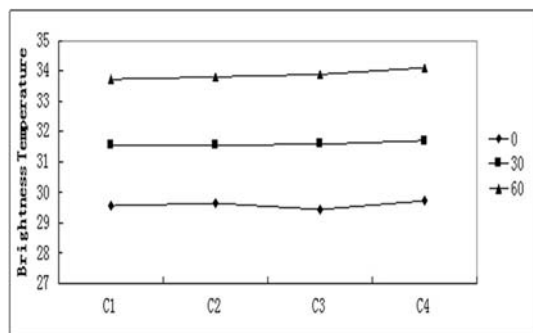


图 6 比较结果

## 3 结束语

综合上述分析, 我们可以得出以下几点结论:

(1) 植被类型对城市典型植被的热辐射特性影响较大。根据不同类型植被的热辐射特性, 通过植被的亮度温度信息可以对各种典型植被进行识别和分类。

(2) 测量时间对城市典型植被的热辐射特性的影响较为明显。植被在中午的亮度温度明显高于早晨和晚上, 而晚上的亮度温度又高于早晨。

(3) 波段对城市典型植被的热辐射特性影响较小。植被在不同波段的亮度温度之间差异不

大, 因此波段对植被的亮度温度的影响可以忽略不计。

(4) 探测角度对城市典型植被的热辐射特性影响较大。在不同的探测角度下, 植被的亮度温度也不同; 而且随着探测角度的增大, 植被的亮度温度逐渐增加。

根据不同的城市典型植被的热辐射特性, 可以区分各种植被类型, 研究城市建设中遇到的问题, 并为遥感影像的判读提供理论基础。

本文对不同植被类型的热辐射特性进行了比较系统的阐述。虽然由于受到天气条件及测量时间等多方面因素的影响和限制, 我们获取的数据有限, 但是本次实验为利用遥感影像具体区分植被类型提供了重要的试验数据支持。

## 参考文献

- [1] 李云梅. 地面遥感实验原理与方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [2] 张友静, 高云霄, 黄浩, 等. 基于 SVM 决策支持树的城市植被类型遥感分类研究 [J]. 遥感学报, 2006, 10(2): 191-196.
- [3] 张友静, 黄浩, 马雪梅. 基于 KPCA 和 SAM 的城市植被遥感分类研究 [J]. 地理与地理信息科学, 2006, 22(3): 35-39.
- [4] 张秀英, 冯学智, 丁晓东, 等. 基于面向对象方法的 IKONOS 影像城市植被信息提取 [J]. 浙江大学学报 (农业与生命科学版), 2007, 33(5): 568-573.
- [5] 张霞, 张兵, 郑兰芬, 等. 航空热红外多光谱数据的地物发射率谱信息提取模型及其应用研究 [J]. 红外与毫米波学报, 2000, 19(5): 361-366.
- [6] 柳钦火, 顾行发, 李小文, 等. 地表热红外辐射方向特性的航空飞行试验研究 [J]. 中国科学 (E 辑), 2000, 30(Z): 99-103.
- [7] 肖青, 柳钦火. 热红外发射率光谱的野外测量方法与土壤热红外发射率特性研究 [J]. 红外与毫米波学报, 2003, 22(5): 373-378.
- [8] 张霞, 孙天琳, 梁壬凤, 等. 城市典型地物的热辐射特性研究 [J]. 光谱学与光谱分析, 2012, 32(1): 92-95.
- [9] 石君, 张霞, 刘洁, 等. 草原枯萎植物的热红外偏振特性研究 [J]. 光谱学与光谱分析, 2012, 32(9): 2372-2376.
- [10] 张霞, 孙天琳, 张丽莉, 等. 不同融化状态雪的偏振特性分析 [J]. 光谱学与光谱分析, 2013, 33(1): 186-192.
- [11] 王锦地, 李小文. 地面目标的多角度观测实验研究 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.