

卫星资料在上海浦东新区热力场分析中的应用*

杨星卫 周红妹

(上海市气象科学研究所, 上海 200030)

楼 萌

(华东师范大学电子系, 上海 200062)

提 要

文章利用1992年春、夏、秋、冬四季6个时相的NOAA-11/AVHRR资料,在与上海区域行政图(边界以乡为单位)进行几何精度纠正的基础上,通过图象增强处理和多通道信息组合,提取上海市区和浦东新区的热力场分布特征,并用直接对比法,建立亮温-气温的相关关系,取得较好的效果。据上海温度分布图象分析,新区的两个热中心与工业群体区、建筑群体区相对应;市区的3个热中心与商业经济密集区及工业群体区相对应。

关键词: 气象卫星;几何纠正;温度分布。

1 引 言

上海浦东新区位于我国弧形海岸线的中点,长江的出海口,外向辐射可及世界各洲,内向辐射通向内陆各地,是我国长江三角洲和长江沿江地区经济发展的龙头。在浦东新区现代化建设进程中,同步或超前研究新区的热力场分布特征,对新区的城市规划、环境保护、气候分析等研究均能提供有用的资料。并能为新区开发后的热力场变化的动态监测积累本底数据资料。

采用常规方法研究地表的热力景观特点,因观察线路的同步性和点位密度的限制,对于深入了解热力场的平面分布特征和内部结构带来一定困难。而采用遥感方法,由于卫星观察时相多、范围广,资料的同步性和点位的密集性好、并有与景观相结合的优点,十分有利于热力景观分析。本文利用美国NOAA气象卫星AVHRR多时相遥感资料,分析了上海市区和浦东新区的热力场分布特征及季节变化规律,并对NOAA影象的地面配准、亮温信息提取及亮温与气温相关分析等方面进行一些探讨。

1992年10月19日收到,1993年7月20日收到再改稿。

* 本文属于上海市计委资助的(上海农业遥感监测系统)项目。

2 影像资料处理

(1) 数据采集

为了较为准确地反映下垫面辐射的实际情况,本文直接从 NOAA 接收系统所提供的 1B 数据中,用取高 8 位的方法提取图象,并在所选区域内进行适当的双线性放大,以便于读取地面特征点信息.本文取 NOAA 卫星的第 2,3,4,5 通道数据作为分析的基础数据.其中 2,3 通道数据为图象配准提供地面结构信息,4,5 通道反映了地表热红外的辐射信息.

(2) 图象特征变换

为与行政区域图配准时,在 NOAA 影像上获取地面同名控制点方便,在分别对 2,3 通道图象进行线性拉伸的基础上,依据第 2 通道($0.725-1.10\mu\text{m}$)水陆界面分明,即水面反射率随波长增大而减小,陆地反射率随波长增大而增大的特性,以及第 3 通道($3.55-3.93\mu\text{m}$)物象层次分明,地表景象丰富,作图象增强变换,以达到增大图象反差的效果.

$$CHA = CH_2 \times CH_3 \quad (1)$$

所得的 CHA 图象能清晰反映出地面的城镇信息(包括城郊的各小镇),且对薄云有一定的滤除作用.参见图 1(a).

$$CHB = CH_3/CH_2 \quad (2)$$

所得 CHB 能突出表现地表的水陆分界.如图 1(b)(c)所显现山湖、黄浦江川杨河和陆地分界明显.在黄浦江以东、川杨河以北区域即为浦东新区.

$$CHR = aCHA + bCHB \quad (3)$$

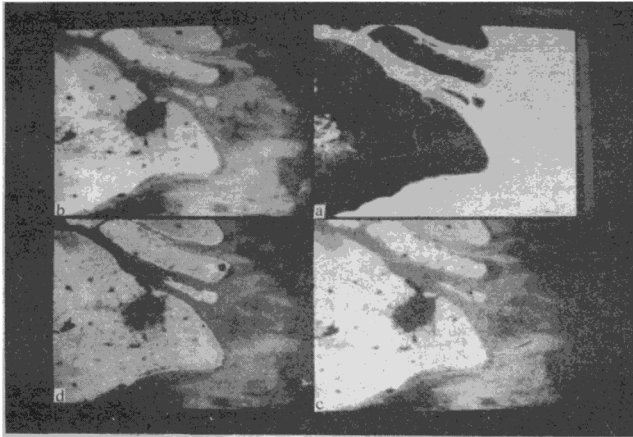


图 1 NOAA 影像增强处理(a)城镇信息提取 (b)水域信息提取 (c)城镇、水域信息复合图 (d)卫星影像与行政边界复合图

CHR 既包含城镇地理位置的准确信息,又包含了较为清晰的水陆分界,为配准时控制点的选择提供基础图象。 a 、 b 为加权系数,选值以结果图象的清晰、信息丰富为标准,通常用 $a = 0.7, b = 0.3$ 。见图 1(c)。

(3) NOAA 影象的几何纠正

由于直接利用卫星测控中心所提供的轨道报及由卫星接收到的扫描实时参数来计算象元的经纬度坐标位置,其精度很有限。为进一步提高卫星数据的地理定位精度,目前主要有两类方法,一是利用地面控制点来修正象元位置的卫星轨道参数和姿态参数,重新定位,这就是地标导航方法;另一是利用普通的图象几何纠正方法,即利用图象上若干控制点,求出本底图象和待配准图象的象元之间位置的函数关系,经过数据内插,重新生成一幅位置得到纠正的图象。本文采用后一种方法。

图 1(d)是配准后的 NOAA-11 单通道图象,配准时我们共选取 21 个同名控制点,配准后最大误差 < 0.6 个象元。

(4) 热红外信息提取

对于配准后的 4、5 通道的图象进行非线性增强,主要为了尽可能明显地表征地表温度不同层次。实验表明 CH4、CH5 的亮值频段往往落在一段很窄的灰度范围内(通常 < 20),而且经常有云的干扰。针对这一情况,我们选用非线性分段拉伸的方法实现图象增强

同时注意到 CH4、CH5 增强后的图象分别具有不同的亮值分布范围。因此,当我们将二幅增强后图象复合时,就能产生更多的灰度层次。即

$$CHT = cCH4 + dCH5 \quad (4)$$

其中 c 、 d 为加权系数。

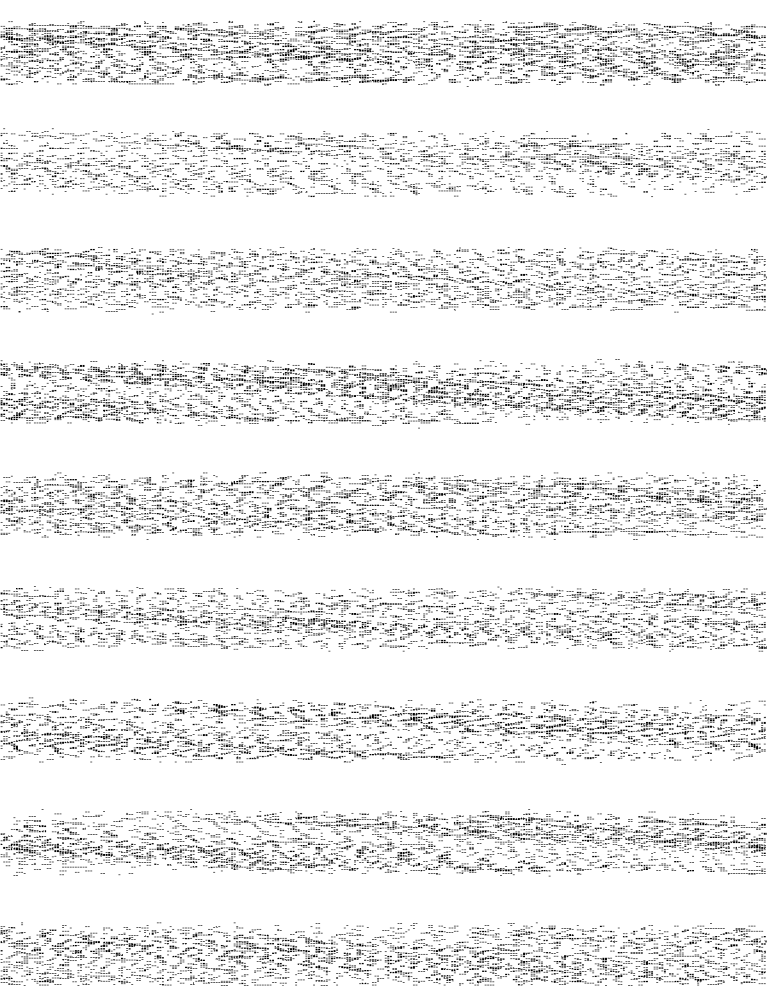
(5) 亮温与气温的相关分析

上文所述,气象卫星 4、5 通道接收的是地表热红外辐射率,经换算可得地表亮温值。真实地表温度是亮温和地表的红外比辐射率的函数。由于地面测点不同季节地表的植被、建筑物、水体和土壤的比辐射率差异大,变化也大。因此地面温度难以代表约 $1.1 \times 1.1 \text{ km}^2$ 范围内的温度情况。而气温是 1.5m 高度百叶箱内通风环境下的温度,显然气温的代表性优于地温。本文以 1992 年 2、4、7、10 月 4 个月 6 个时相的 NOAA-11 的 4 通道数据为建模的基础资料,取 7 个气象台站所在亮温值为自变量 x ,同一时相气象台站观测的气温值为因变量 y ,分别建立亮温-气温的回归方程,结果见表 1。

由于各站亮温-气温的映照关系均呈线性分布,且汇聚在一带状空间内,作者用 7 个样点的平均亮温值和平均气温值建立回归方程 $y = 0.519883 + 0.9183x, r = 0.99$,以此代表上海地区四季白昼晴天的亮温对气温的换算关系

表 1 上海各气象台站气温与亮温回归方程

| 站名 | 回归方程 | 相关系数(r) |
|----|-----------------------------|-------------|
| 川沙 | $y = 0.976962 + 0.892737x$ | 0.99 |
| 南汇 | $y = 0.50 + 0.94251x$ | 0.98 |
| 奉贤 | $y = 1.82468 + 0.851952x$ | 0.96 |
| 松江 | $y = -0.905428 + 0.94767x$ | 0.98 |
| 金山 | $y = -0.212659 + 0.976462x$ | 0.99 |
| 青浦 | $y = 0.16023 + 0.959783x$ | 0.97 |
| 嘉定 | $y = 1.77714 + 0.835978x$ | 0.94 |



东工业区,包括上钢一厂、杨树浦发电厂等;苏州河沿岸的沪西工业区主要以棉毛纺织厂为主。除存在热场高温区外,在市区西南部上海市体育馆到虹桥机场附近存在一个较明显的热场低温区。另外,在市区北部大场机场附近也有一个弱的低温中心。

从4月、6月、7月3个时相的图象对比分析中可见,城市热岛效应在春季4月和夏季7月较强,在春夏交替的6月较弱,这可能和上海地区正处梅雨季节有关。此外,尽管随着季节变化热岛强度有强弱、范围有大小之分,但3个热场高温区始终存在,这是由下垫面景观所决定的。

参 考 文 献

- 1 范心圻,刘继伟,钱彬等.我国主要城市热岛现象动态监测研究.环境监测与作物估产的遥感研究论文集,北京:北京大学出版社,1991.171-189.
- 2 周淑贞,吴林.上海下垫面温度与城市热岛.环境科学学报,1987,7(3):261-267.
- 3 范天锡,潘钟跃.北京地区城市热岛特性的卫星遥感.气象,1987,7(3):261-267.
- 4 郭德方.遥感图象的计算机处理和模式识别.北京:电子工业出版社,1984.152-186.

THE APPLICATION OF METEOROLOGICAL SATELLITE DATA IN THE TEMPERATURE DISTRIBUTION ANALYSIS IN PUDONG NEW AREA OF SHANGHAI

Yang Xingwei Zhou Hongmei

(Shanghai Meteorological Institute, Shanghai 200030)

Lou Meng

(Electronic Dept. of East China Normal University, Shanghai 200062)

Abstract

Six temporal NOAA-11/AVHRR data covered four seasons in Pudong New Area of Shanghai are selected to establish the relationship between the bright temperature and the real temperature.

Because the meteo-satellite gets a lot of time phase images covered a large region and has well synchronism and high point density, it can be used to analyze urban heat field not only in total scene, but also in local inside structure. First, the NOAA images are matched for Shanghai Municipal Administration Map using the geometric accurate correction method. Second, with the help of image enhancements and the multi-channel information combination, the heat distribution characteristics of the urban districts of Shanghai and Pudong New Area are obtained. At last, by using the direct contrast method, the relationships between the bright temperature and the real temperature are established.

It is shown from the image analysis of temperature distribution that two heat centers in Pudong New Area correspond to industrial area and group building area, three heat centers in urban districts correspond to commercial, residential and industrial areas.

Key words: Meteorological satellite; Geometric correction; Temperature distribution.