

# 气候要素栅格化技术方法研究

袁爱民<sup>1,3</sup> 王建源<sup>2</sup>

- (1. 北京大学物理学院大气科学系, 100871;  
2. 山东省气象中心; 3. 山东省金乡县气象局)

**提 要:** 为便于气候资源分析和农作物、果树等农业气候区划, 在分辨率为  $3'' \times 3''$  栅格图上的每一点都对应相应的气候要素值, 利用泰安市及周围 19 个气象台站 1971—2000 年的气象资料, 采用三维二次趋势面分析与空间插值相结合等方法, 在地理信息系统 CityStar4.0 平台上对泰安市年平均气温、积温等热量资源进行栅格化。结果显示, 各项指标通过检验, 复相关系数均在 0.960 以上,  $F$  检验值均大于  $F_{0.05}$ 。年平均气温、1 月平均气温和 7 月平均气温的平均绝对误差均在  $0.5^\circ\text{C}$  以内; 日平均气温  $\bar{T}_d \geq 0^\circ\text{C}$ 、 $\bar{T}_d \geq 5^\circ\text{C}$ 、 $\bar{T}_d \geq 10^\circ\text{C}$ 、 $\bar{T}_d \geq 15^\circ\text{C}$  的积温的相对误差均在 5% 以下。

**关键词:** 热量资源 地理信息系统 栅格化 栅格图

## Research on Methodology for Rasterizing Meteorological Element —A Case Study for Heat Resource in Tai'an City

Yuan Aimin<sup>1,3</sup> Wang Jianyuan<sup>2</sup>

- (1. Department of Atmospheric, School of Physics, Peking University, Beijing 100871;  
2. The Meteorological Center of Shandong Province; 3. Jinxiang Meteorological Office, Shandong Province)

**Abstract:** In order to analysis the climate resource and agricultural climatic region, each spot has its corresponding climate value in the grid map of  $3'' \times 3''$  resolution. The meteorological data of 19 meteorological stations during last 30 years (1971—2000) of Tai'an city were used. Under the geographic information system CityStar4.0 platform supporting, the method of two trends-surface of three-dimension analysis and combining with inserting value

资助项目: 山东省科学技术攻关计划项目, 山东省名特优果树产品 GIS 区划研究 (031060113)

收稿日期: 2005 年 6 月 15 日; 修定稿日期: 2006 年 2 月 6 日

of space were adopted. The grid maps of resolution  $3'' \times 3''$  of Tai'an were produced. The result showed that, each target through the examination, the correlation coefficient are all above 0.960, the examining value of  $F$  are greater than  $F_{0.05}$ , average absolute errors of the annual mean temperature, the coldest monthly average temperature and the hottest monthly average temperature are less than  $0.5^\circ\text{C}$ , relative error of the accumulated temperature of  $\geq 0^\circ\text{C}$ ,  $\geq 5^\circ\text{C}$ ,  $\geq 10^\circ\text{C}$  and  $\geq 15^\circ\text{C}$  are under 5%.

**Key Words:** heat resources geographical information system rasterization grid map

## 引 言

在农业气候资源分析和农业气候区划中,特别是基于 GIS 的第三次农业气候区划,都需要将气候要素与地形等要素紧密结合起来,因此将气候要素栅格化十分必要。随着 GIS 和计算机技术的发展,自 20 世纪 80 年代起一些发达国家相继完成国土数字化,在此基础上建立了不同空间分辨率的栅格气候数据库,其应用研究也日趋活跃<sup>[1]</sup>。美国、加拿大、欧洲等国家和地区的空间气象数据信息系统<sup>[2]</sup>,基于 ANUSPUN 的澳大利亚、南非等国家的气象数据信息系统<sup>[3]</sup>,此外,在世界其他地方,如印度卡纳塔克邦,也建立了服务于各种研究目的的不同分辨率的栅格气象数据集。于贵瑞<sup>[4]</sup>、任传友<sup>[5]</sup>、廖顺宝<sup>[6,7]</sup>等也对气象数据空间化进行了研究,廖顺宝等还对气温数据栅格化的方法进行了比较。栅格数据由于地域单元小,属性明显,位置隐含<sup>[8-10]</sup>,数据规范,精度较高,数据结构有利于空间分析,并且可以在计算机上自由查阅和调用等优点,为气候资源的分析和气候区划带来很大便利。热量资源是影响作物生长、发育和产量形成的主要因素之一,同时直接影响作物的生物化学反应。进行热量资源分析,通常用稳定通过一定界限温度的积温、无霜冻期,最冷月与最热月平均气温等指标来反映热量资源的多少。本文主要从年平均温度、最冷月份

(1 月)平均温度、最热月份(7 月)平均温度、日均气温  $\bar{T}_d \geq 0^\circ\text{C}$ 、 $\bar{T}_d \geq 5^\circ\text{C}$ 、 $\bar{T}_d \geq 10^\circ\text{C}$ 、 $\bar{T}_d \geq 15^\circ\text{C}$  的积温来研究热量资源的空间化。

## 1 资料来源

气候资料来自 1971—2000 年泰山区、岱岳区、肥城、东平、宁阳、新泰以及济南、莱芜、沂源、蒙阴、平邑、泗水、曲阜、兖州、汶上、梁山、阳谷、平阴、长清等 19 个气象站点的观测资料,地理信息数据采用中华人民共和国国家测绘局编制的中国 1:25 万数据。

## 2 热量资源的空间化方法

在空间化过程中主要是对无测站栅格点要素值的推算,本文采用三维二次趋势面分析与空间插值相结合方法<sup>[12]</sup>,采用 1980 年国家大地坐标系,高斯-克吕格投影变换,生成各图层的分辨率为  $3'' \times 3''$ 。

## 3 结果与分析

泰安市热量资源,不管是年平均温度、最冷月、最热月,还是积温,其分布趋势基本上是相似的,即泰山顶部最低,其次是泰山山脉和徂徕山附近较低,牟汶河、柴汶河、大汶河两岸最高。总体趋势是从西南向

东北方向递减。文中仅给出年平均气温、日均气温  $T_{\text{日}} \geq 0^{\circ}\text{C}$  积温、1 月份平均气温和 7 月份平均气温分布图，其它要素的栅格气候图由于篇幅所限省略。

3.1 年平均气温

泰安市年平均温度与海拔高度、纬度、经度拟合方程的复相关系数为 0.988，如表

1， $F$  检验值为  $130.37 > F_{0.05}$ ，标准差为 0.28，残差的绝对值在  $0.01^{\circ}\text{C} \sim 0.32^{\circ}\text{C}$  之间，相对误差在  $0.1\% \sim 2.1\%$  之间，回归效果极为显著。其分布范围一般在  $6.9^{\circ}\text{C} \sim 13.7^{\circ}\text{C}$  之间，与海拔高度的关系最为密切，每升高 100m，气温降低大约  $0.5^{\circ}\text{C}$ ，如图 1 (a)。

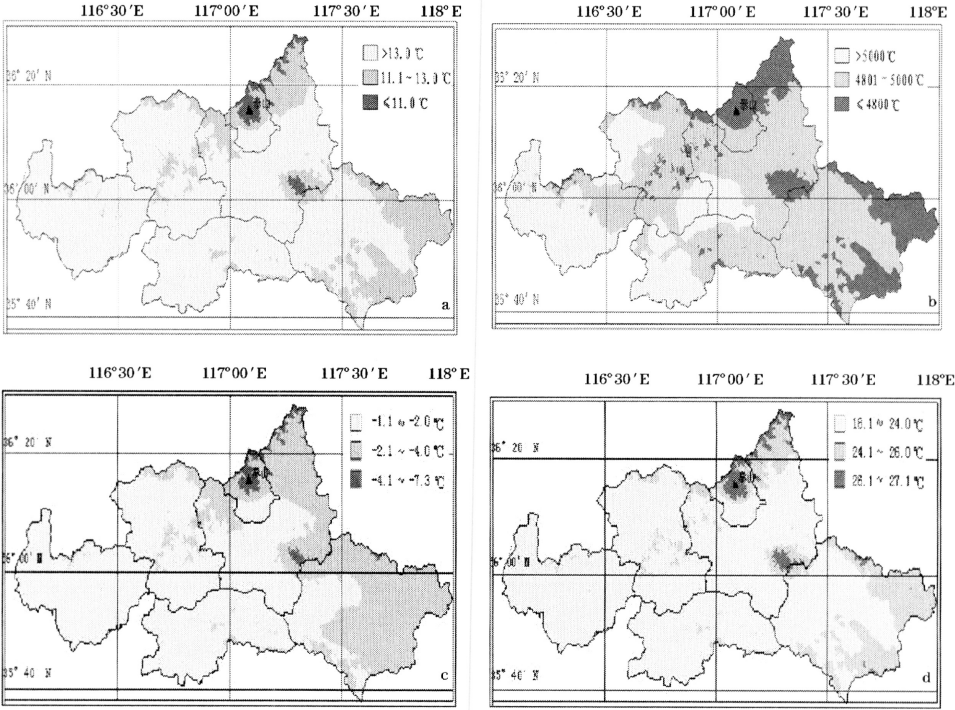


图 1 泰安市年平均温度 (a)、日均气温  $\geq 0^{\circ}\text{C}$  积温 (b)、1 月份平均气温 (c) 和 7 月份平均气温 (d) 分布图 ( $^{\circ}\text{C}$ )

表 1 热量要素与海拔高度、纬度和经度拟合方程的检验

| 要素                                | 复相关系数 | F 值    | 标准差    | 绝对误差/ $^{\circ}\text{C}$ | 相对误差/%   |
|-----------------------------------|-------|--------|--------|--------------------------|----------|
| 年平均气温                             | 0.988 | 130.37 | 0.28   | 0.01~0.32                | 0.1~2.1  |
| 1 月平均温度                           | 0.968 | 44.65  | 0.52   | 0.01~0.43                | 0.1~18.7 |
| 7 月平均温度                           | 0.987 | 553.66 | 0.20   | 0.01~0.28                | 0.0~1.0  |
| 日均气温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温  | 0.987 | 112.85 | 63.79  | 5.20~125.63              | 0.1~2.6  |
| 日均气温 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温  | 0.985 | 98.04  | 58.02  | 5.86~150.01              | 0.2~3.1  |
| 日均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 | 0.993 | 233.04 | 86.95  | 1.50~90.12               | 0.0~2.0  |
| 日均气温 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温 | 0.988 | 125.78 | 130.33 | 4.61~164.52              | 0.3~4.2  |

### 3.2 最冷月和最热月平均温度

最冷月1月平均温度与海拔高度、纬度、经度拟合方程的复相关系数为0.968,  $F$ 检验值为 $44.65 > F_{0.05}$ , 标准差为0.52, 残差的绝对值在 $0.01^{\circ}\text{C} \sim 0.43^{\circ}\text{C}$ 之间, 相对误差 $0.1\% \sim 18.7\%$ , 回归效果显著。其分布范围一般在 $-6.7^{\circ}\text{C} \sim -1.2^{\circ}\text{C}$ 之间, 如图1(c)。最热月7月平均温度与海拔高度、纬度、经度拟合方程的复相关系数为0.987,  $F$ 检验值为 $553.66 > F_{0.05}$ , 标准差为0.20, 残差的绝对值在 $0.01^{\circ}\text{C} \sim 0.28^{\circ}\text{C}$ 之间, 相对误差 $0 \sim 1.0\%$ , 回归效果极为显著。其分布范围一般在 $18.7^{\circ}\text{C} \sim 26.9^{\circ}\text{C}$ 之间, 如图1(d)。

### 3.3 农业界限温度

泰安市日平均温度 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温与海拔高度、纬度、经度拟合方程的复相关系数为0.987,  $F$ 检验值为 $112.85 > F_{0.05}$ , 标准差为63.79, 残差的绝对值在 $5.20^{\circ}\text{C} \sim 125.63^{\circ}\text{C}$ 之间, 回相对误差 $0.1\% \sim 2.6\%$ , 归效果极为显著。其分布范围一般在 $2734^{\circ}\text{C} \sim 5067^{\circ}\text{C}$ 之间, 如图1(b)。日平均温度 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温与海拔高度、纬度、经度拟合方程的复相关系数为0.985,  $F$ 检验值为 $98.04 > F_{0.05}$ , 标准差为58.02, 残差的绝对值在 $5.86^{\circ}\text{C} \sim 150.01^{\circ}\text{C}$ 之间, 相对误差 $0.2\% \sim 3.1\%$ , 回归效果极为显著。其分布范围一般在 $2699^{\circ}\text{C} \sim 4991^{\circ}\text{C}$ 之间。日平均温度 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温与海拔高度、纬度、经度拟合方程的复相关系数为0.993,  $F$ 检验值为 $233.04 > F_{0.05}$ , 标准差为86.95, 残差的绝对值在 $1.50^{\circ}\text{C} \sim 90.12^{\circ}\text{C}$ 之间, 相对误差 $0.0 \sim 2.0\%$ , 回归效果极为显著。其分布范围一般在 $2250^{\circ}\text{C} \sim 4682^{\circ}\text{C}$ 之间。日平均温度 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温与海拔高度、纬度、经度拟合方程的复相关系数为0.988,  $F$ 检验值为

$125.78 > F_{0.05}$ , 标准差为130.33, 残差的绝对值在 $4.61^{\circ}\text{C} \sim 164.52^{\circ}\text{C}$ 之间, 相对误差 $0.3\% \sim 4.2\%$ , 回归效果极为显著。其分布范围一般在 $1476^{\circ}\text{C} \sim 4154^{\circ}\text{C}$ 之间。

## 4 结 语

在CityStar4.0系统平台上, 采用三维二次趋势面模拟与空间插值相结合等方法, 对热量资源等气候要素进行空间化, 生成分辨率为 $3'' \times 3''$ 栅格图。经检验: 年平均气温、最冷月平均气温和最热月平均气温平均绝对误差在 $0.5^{\circ}\text{C}$ 以内;  $0^{\circ}\text{C}$ 、 $5^{\circ}\text{C}$ 、 $10^{\circ}\text{C}$ 、 $15^{\circ}\text{C}$ 以上的积温平均相对误差在5%以下, 其精度基本上达到了实用要求。研究表明, 经过地理信息系统空间化后的栅格气候数据和气候图, 极大地拓宽了气候资料的应用领域, 也为其它学科的发展提供了重要的基础数据。

## 参考文献

- 1 Steph J Jeffrey, John, O Cater. Using spatial interpolation to construct a comprehensive archive of Australian climate data [J]. Environmental Modeling & Software, 2001, 16: 309-330.
- 2 Daly C, G H Taylor, W P Gibson. The PRISM approach to mapping precipitation and temperature. In Amer. Meter. Soc. Proc. 10th AMS Conf. On Applied Climatology Meteorological Soc., NV. Boston, Mass: Amer. Meteor. Soc., 1997, 20-23, 10-12.
- 3 Christopher Daly, George H Taylor. Development of high-Quality Spatial Climate Datasets for the United States [DL]. <http://www.ocs.ordt.edu/eim98.html>. 2002.
- 4 于贵瑞, 何洪林, 刘新安, 等. 中国陆地生态信息空间化技术研究(I) [J]. 自然资源学报, 2004, 19(4): 537-543.
- 5 任传友, 于贵瑞, 刘新安, 等. 东北地区热量资源栅格化信息系统的建立与应用 [J]. 资源科学, 2003, 25(1): 66-71.
- 6 廖顺宝, 李泽辉. 气温数据栅格化中的几个具体问题

- [J]. 气象科技 2004, 32 (5): 352-356.
- 7 廖顺宝, 李泽辉, 游松财. 气温数据栅格化的方法及其比较 [J]. 资源科学, 2003, 25 (6): 75-80.
- 8 吴信才. 地理信息系统原理与方法 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2002: 40-41.
- 9 邬伦, 刘瑜, 马修军等. 地理信息系统—原理、方法和应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2001: 321-323.
- 10 毕硕本, 王桥, 徐秀华等. 地理信息系统软件工程的原理和方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2003: 300-303.
- 11 刘新安, 于贵瑞, 范辽生, 等. 中国陆地生态信息空间化技术研究 (Ⅲ)—温度降水要素 [J]. 自然资源学报, 2004, 19 (6): 818-825.
- 12 王建源, 冯晓云. 基于 GIS 的主要农业气候资源分析 [J]. 中国农业气象, 2004, 25 (3): 77-80.