

文章编号: 1006-4354 (2004) 04-0010-04

基于 GIS 商洛山区日照时数模拟

朱延年¹, 朱琳¹, 郭兆夏¹, 陈明彬², 刘敏峰²

(1. 陕西省经济作物气象服务台, 陕西西安 710014; 2. 商洛市气象局, 陕西商州 726000)

摘要: 以 GIS 为工具, DEM 为数据基础, 应用多层次复合分析法实现了商洛山区日照时数的模拟。结果表明: 时间分布为夏季最多, 春季次之, 秋冬季最少; 空间分布为阶地、塬区、中浅山的阳坡与半阳坡可获得较长日照, 在中浅山狭窄河谷地带及阴坡所获日照时数非常短。

关键词: GIS; 商洛山区; 日照时数; 模拟

中图分类号: S168.3

文献标识码: A

光资源是农业生产所必须的生态环境条件之一, 其光照强度和时间的长短, 不仅决定地区的热量状况, 而且还直接影响植物的光合作用, 对农业的布局和产量、品质等均有重要影响。在地形复杂、高差悬殊的山区, 单纯依靠现有气象站网的观测数据远不足以反映该地区山地复杂的日照空间分布。因此, 在山区光资源研究中, 必须进行区域日照时数的推算。本文在前人研究的基础上^[1-3], 以 GIS 为工具, DEM 为数据基础, 应用多层次复合分析法实现山区日照时数的模拟, 对商洛地区光照条件进行模拟。

1 山区日照时数模拟

1.1 研究区概况

商洛位于陕西省东南部, 地处秦岭东段南麓鄂、豫、陕三省交界处 (东经 108°34'20"~111°1'25", 北纬 33°2'30"~34°24'40")。东西长约 229 km, 南北宽约 138 km, 海拔 215~2 802 m。辖商县、洛南、山阳、丹凤、商南、镇安、柞水, 面积 1.93 万 km²。辖区内群山连绵交错, 山大沟深, 沟壑纵横。境内诸山皆属秦岭山系, 秦岭主脊从长安县进入柞水县, 自西向东北蜿蜒商县、洛南境内, 东向河南延伸, 与关中平原形成天然屏障。

1.2 研究区资料准备

根据陕西省 1:25 万基础地理信息, 建立商

洛市 1:25 万 DEM 模型, 提取相应的坡度、坡向栅格图层 (100 m×100 m)。

日照时数、日照百分率等气象观测数据取自境内 7 个气象台站 1971—2000 年 30 a 平均值。

1.3 基于 GIS 山区日照时数模拟

山区的日照时数不同于平地的最大特点在于地形的遮蔽。为便于计算机的实现, 将一天的日照时数离散化, 分别计算每一个微分时段内的地形遮蔽因子, 综合微分时间与遮蔽因子, 最后累加求和, 即得到一天的日照时数。图 1 为基本技术流程。

1.3.1 计算研究区的平均纬度 研究区(商洛地区)范围很大, 纬差达 1.5°。不同纬度太阳日出和日没时角不同, 需分别计算每个位置的纬度值。经过计算纬度差在 0.05°范围内, 其太阳的日出和日没时角的差别均小于 0.1%, 因此将研究区分成 30 个条带 (1.5°/30) 分别进行计算。每个微分的条带相互有格点重叠, 各条带边缘栅格就可以参与遮蔽计算。

1.3.2 计算太阳赤纬

太阳赤纬

$$\delta = 23.45 \times \sin\left(\frac{(n+284) \times 2\pi}{365}\right) \quad (1)$$

式中 n 为日期序列号, $n=1, 2, \dots, 365$ 。

收稿日期: 2004-04-19

作者简介: 朱延年 (1980-) 男, 陕西西安人, 学士, 助工, 从事 GIS 应用与开发工作。

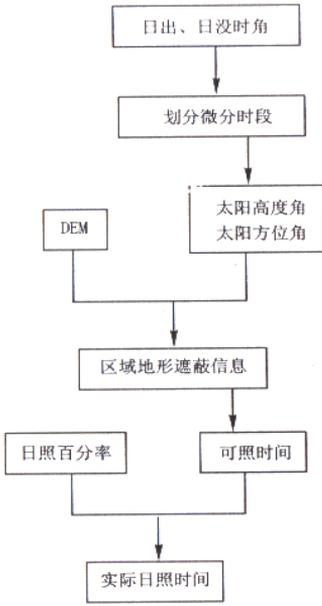


图1 太阳日照对数模拟技术流程图

1.3.3 计算太阳日出和日没时角

$$\omega_s = \arccos(-\tan\delta \cdot \tan\varphi) \quad (2)$$

$$\omega_r = \omega_s$$

其中, ω_s 为日没时角, ω_r 为日出时角, 时角以正南方向为 0, 顺时针为正, 逆时针为负。 φ 为地理纬度。

1.3.4 确定从日出到日落时角的离散数目 N , 确定时角的间隔 $\Delta\omega$, 即相应的时间长度 Δt 。如果离散数目越大, 则计算结果越精细, 精度越高, 但是计算时间会越长。根据李占清的研究^[4], 时间步长为 20 min 时, 即离散数目 $N=36$ 时, 相对误差很小, 完全能满足精度要求。

$$\Delta\omega = \frac{\omega_s - \omega_r}{N} \quad (3)$$

$$\Delta t = \Delta\omega / 15$$

1.3.5 计算时角 ω_i 所对应的太阳高度角 h_i 和太阳方位角 A_i

$$\omega_i = \omega_r + I \times \Delta\omega \quad (4)$$

$$h_i = \arcsin(\sin\delta \sin\varphi + \cos\delta \cos\varphi \cos\omega_i) \quad (5)$$

$$A_i = \arccos[(\sin h_i \sin\varphi - \sin\delta) / (\cos h_i \cos\varphi)] \quad (6)$$

其中, $I=1, 2, \dots, 36$ 。

1.3.6 计算 ω_i 时刻的地形遮蔽影子 Z_i 地形遮蔽的计算采用光线追踪算法, 搜索入射路径上所

有网格点, 若某网格点高程与计算网格点高程之间的高度角大于该入射路径上的太阳高度角, 则是条可遮蔽路径, 记 $d_i=0$; 否则 $d_i=1$ 。给出相应时刻的太阳高度角和太阳方位角等参数, 直接采用 ARC/INFO 提供的光照模拟计算命令 HILLSHADE 得到 Z_i 。

1.3.7 判断 ω_i 到 ω_{i+1} 微分时段内的遮蔽情况

分别计算不同时刻的 d_i 值, 判断每一微分时段内是否可照, 地形遮蔽系数 g_i 的取值依据:

$$g_i = \begin{cases} 1 & d_i = d_{i-1} = 1 \\ 0 & d_i = d_{i-1} = 0 \\ 0.5 & d_{i-1} = 1 \text{ 且 } d_i = 0 \text{ 或者 } d_{i-1} = 0 \text{ 且 } d_i = 1 \end{cases} \quad (7)$$

式 (7) 表示在 (ω_{i-1}, ω_i) 时段内, 研究点的日照状况完全取决于两端点时刻的日照状况。即若该二时刻可照 (遮蔽), 则整段可照 (遮蔽); 若一时刻可照, 另一时刻遮蔽, 则整段有一半时间可照 (遮蔽)。

1.3.8 计算可照时数 每个栅格的可照时数为:

$$T = \sum_{i=1}^N g_i \times \Delta t \quad (8)$$

1.3.9 计算日照时数 月、年可照时数的模拟, 将计算得到的每日可照时数求和。按通常惯例, 可取每月 15 日左右作为该月平均可照时数, 将各月可照时数累加得到全年或所需时段可照时数。得到各个微分带的日照时数, 然后将各个微分带拼合, 就可以得到整个商洛地区所需时段的日照时数。

1.3.10 计算实照时数 实际日照时数是通过可照时数乘以区域同期的日照百分率而得到。由于气象台站日照百分率是站点实照时数与天文可照时数百分比 (未考虑地形遮蔽的影响), 与实际结果有一定差异。故将模拟得到的站点可照时数与同期实照时数百分比作为该站点日照百分率。

2 日照时数季节变化特点

商洛地区日照时数变化的基本规律是, 夏季最多为 350~670 h; 春季次之为 240~570 h; 秋冬季最少, 秋季 150~500 h, 冬季 20~460 h。实际日照时数不仅受季节、地形影响, 还受制于天

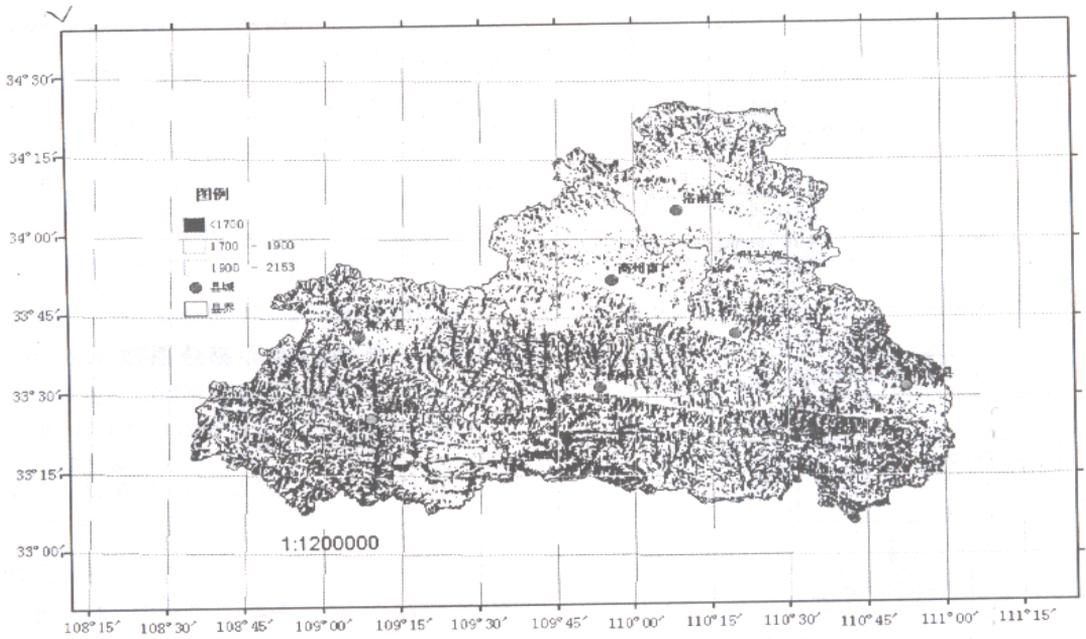


图2 商洛地区年日照时数分布图(单位:h)

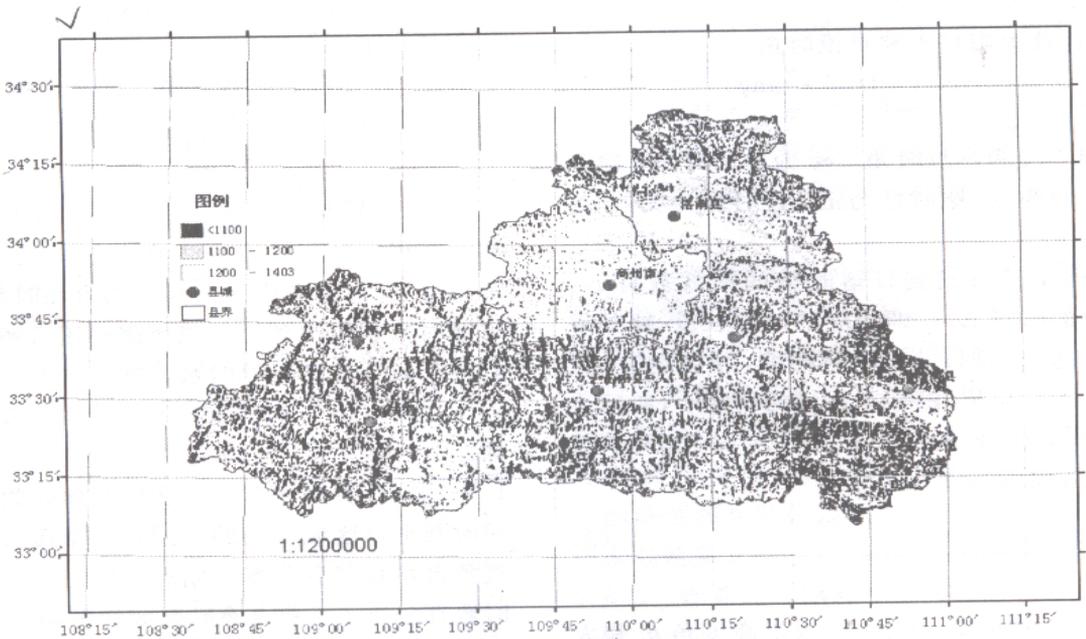


图3 商洛地区生长季日照时数分布图(单位:h)

气状况。夏季可照时间长、太阳高度角大,地形遮蔽影响较小;冬季可照时间短、且太阳高度角小,地形遮蔽影响较大;秋季之所以与冬季差异不大,主要原因在于地区秋季常出现连阴雨天气,使得秋季日照时数与冬季基本相同。

3 日照空间变化特征

在不同地貌条件下,阴阳坡的日照条件差异非常明显,在阶地、塬区、中浅山的阳坡与半阳坡可获得较长日照,在中浅山狭窄河谷地带及阴坡所获日照时数则非常短。

3.1 年日照时数分布特征

全区大部地方年日照时数在 1 800 h 以上。高值区位于洛南盆地、商丹盆地、山阳盆地、镇安羊山山顶一带及柞水东川河谷一带, 年日照时数 1 900~2 100 h; 南部河谷、东南部的丹江盆地为 1 600~1 900 h; 低值区位于南部和中西部地形复杂、山体相互遮蔽的中浅山谷地及阴坡, 年日照时数小于 1 400 h, 其中郧西大梁北坡及山麓不足 1 000 h (图 2)。

3.2 生长季 (4—10 月) 日照时数分布特征

生长季日照时数地域分布特点与年日照时数相似。洛南盆地、商丹盆地、山阳盆地、镇安羊山山顶一带及柞水东川河谷一带, 生长季日照时数 1 200~1 400 h; 南部河谷、东南部的丹江盆地

为 1 100~1 200 h; 低值区位于南部和中西部地形复杂、山体相互遮蔽的中浅山谷地及阴坡, 日照时数小于 1 000 h, 其中郧西大梁北坡及山麓不足 900 h (图 3)。

3.3 冬作季 (11—3 月) 日照时数分布特征

冬作季日照时数地域分布特点亦与年日照时数相似。全区大部地方年日照时数均在 600 h 以上。高值区位于洛南盆地、商丹盆地、山阳盆地、镇安羊山山顶一带及柞水东川河谷一带, 日照时数为 700~800 h; 南部河谷、东南部的丹江盆地为 500~700 h; 低值区位于南部和中西部地形复杂、山体相互遮蔽的中浅山谷地及阴坡, 日照时数小于 300 h (图 4)。

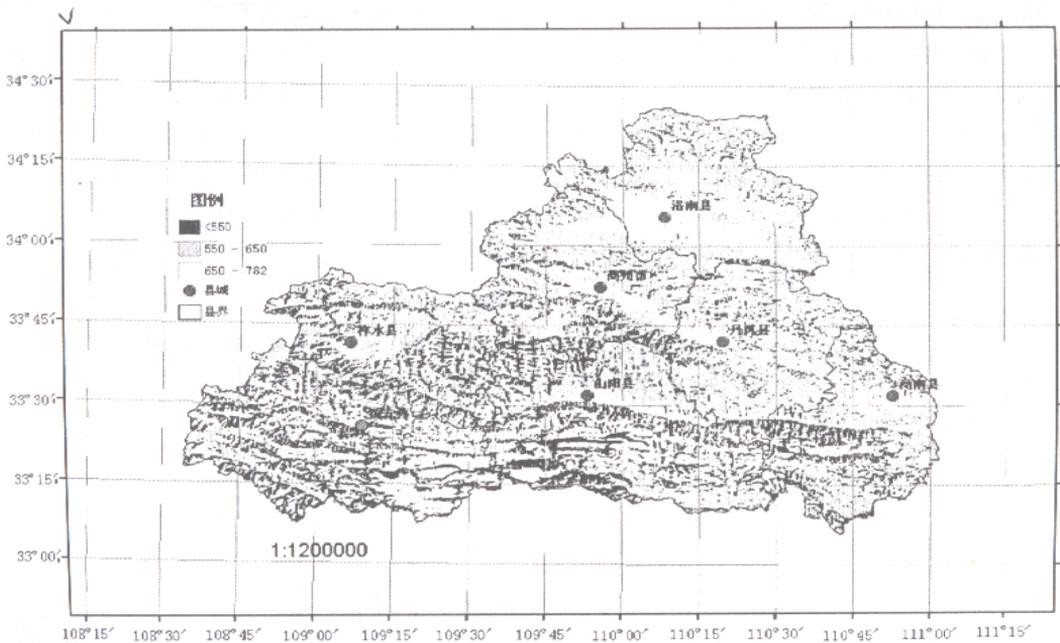


图 4 商洛地区冬作季日照时数分布图 (单位: h)

参考文献:

[1] 傅抱璞. 山地气候[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
[2] 陈华, 孙丹峰, 段增强, 等. 基于 DEM 的山地日照时数模拟时空特点及应用[J]. 山地学报, 2002, 20 (5): 559-563.

[3] 李新, 程国栋, 陈贤章, 等. 任意地形条件下太阳辐射模型的改进[J]. 科学通报, 1999, 44 (9): 993-997.
[4] 李占清, 翁笃鸣. 丘陵山地总辐射的计算模式[J]. 气象学报, 1988, 46 (4): 461-468.