

文章编号 :1008-9209(2000)04-0417-06

浙江省水稻遥感估产区划研究

许红卫,王人潮

(浙江大学 农业遥感与信息技术应用研究所,浙江 杭州 310029)

摘 要:从水稻遥感估产的特点出发,在分析浙江省自然条件的基础上,确定了以稻作制度为主导因子的分区指标,采用地理信息系统 GIS 空间邻接分析与图论的树算法相结合的方法进行浙江省水稻遥感估产区划研究,得到了较为满意的结果。

关 键 词:遥感估产;区划;地理信息系统
中图分类号:TP79;S127;Q948.5 文献标识码:A

XU Hong-wei, WANG Ren-cha(*Institute of Agricultural Remote Sensing and Information Application, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China*)

Study on regionalization of rice yield estimation by remote sensing in Zhejiang province. Journal of Zhejiang University (Agric. & Life Sci.), 2000 26(4):417~422

Abstract: From the characters of yield estimation by remote sensing, based on analyzing the natural conditions of Zhejiang province, division index in which planting system is the main one are determined. The regionalization of rice yield estimation by remote sensing in Zhejiang province is studied by space neighboring analysis in GIS combined with tree algorithm, and the results are satisfied.

Key words: yield estimation by remote sensing; regionalization; geographical information system

我国幅员辽阔,自然条件和社会经济条件复杂多样,水稻品种和稻作制度类型繁多,各种农作物的季相变化因地而异,特别在我国地形复杂的南方稻区,地物结构的空间差异性非常明显,水稻遥感估产中的样点布设、遥感信息的提取和处理、信息源和遥感时相的选择及水稻播种面积和单产的估算均需分区进行,大面积估产系统的设计也需要一个合理的空间框架,因此,进行水稻遥感估产,首先要进行水稻遥感

估产区划^[1]。目前大面积水稻遥感估产区划工作还非常薄弱,虽然在区域性水稻遥感估产中,提出了一些分区方案,如江苏省和湖北省的水稻遥感估产区划,但基本上套用了水稻种植区划^[1],很少考虑遥感估产的具体要求,区划界线多以自然界线为主^[1,5],不便于使用;采用的方法大多以定性为主,如绍兴县的水稻遥感区划采用常规综合分析法和遥感图象目视解译法^[6]。本文总结了水稻遥感估产区划的基本原则和依据,在分析浙江省自然条件的基础上,以稻作制度为主导因子,采用 GIS 的空间邻接分析与图论的树算法相结合^[7]的方法进行了浙江省水稻遥感估产区划的研究。

收稿日期:1999-06-18
基金项目:国防科工委资助项目(Y97#14-6-2)
作者简介:许红卫(1966-),女,浙江上虞人,硕士,讲师。主要从事农业遥感和地理信息系统应用的教学和科研工作。

1 水稻遥感估产区划的含义、目的与原则

1.1 含义与目的

水稻遥感估产区划是水稻遥感估产的一项重要基础工作。由于水稻的种植面积和单产水平具有一定的地域规律,在一定区域内具有相对稳定的空间分布和较一致的产量水平,反映在光谱数据和遥感影像上,具有相似的光谱特征和影像特征,因此,在水稻遥感估产中,稻田面积的监测和提取以及单产的测报都不可能以单一的模式取得较高的精度。水稻遥感估产区划就是根据一定的原则和依据,把估产区划分成水稻分布相对稳定、地物结构相对一致、产量水平相近的几个区域。然后依照水稻遥感估产的特点和要求,进行估产分区和分区布设样点,选择适合各区的遥感时相和信息源,进行遥感信息的提取和处理,因地制宜地建立估产模式进行水稻播种面积的监测和提取以及单产的测报,以便有效地提高水稻遥感估产的精度,使水稻遥感估产投入运行,真正为政府决策服务。

1.2 区划原则与依据

1.2.1 区划原则 水稻遥感估产区划是为水稻遥感估产提供科学依据的,它是一种单项区划。但由于它不但需要考虑水稻的分布及其环境条件和社会经济条件,而且还需重视农业遥感技术的具体要求,因此水稻遥感估产区划既需要遵循一般综合区划的基本原则,又与综合自然区划、综合农业区划以及水稻的种植区划有本质的差异。它应该遵循以下原则^[1589]:

①常规要素分析与遥感要素分析相结合的原则;②空间分析与动态分析相结合的原则;③相似性与差异性相结合的原则;④综合分析 with 主导因素分析相结合的原则;⑤类型划分与区域划分相结合的原则;⑥基本行政区完整性原则。

1.2.2 区划依据 水稻遥感估产区划的依据主要来源于对地面信息的分析,包括①地物结构的分异规律;②地形的区域差异性;③作物季相变化的区域分异规律;④水稻单产与植被指数和环境因子关系的区域差异性;⑤太阳高度的时空变化规律;⑥土壤光谱噪声的区域差

异性;⑦大气光谱噪声的区域性差异等^[1689]。

具体进行水稻遥感估产区划时,还应根据估产区的大小,视实际情况确定分区依据。如是全国范围的遥感估产区划,还必须考虑太阳高度角等因子,而在县级和省级时可以考虑不予考虑。

2 浙江省自然与稻作概况

2.1 浙江省自然概况

浙江省位于东经 118°~123°,北纬 27°~31°30',属长江三角洲的南翼。在土地总面积中,丘陵山地占 71.6%,平原占 22.0%,河湖水面占 6.4%,俗称“七山一水二分田”。

浙江省内地貌形态复杂,类型多样,分为山地、丘陵、平原三大类。根据地貌结构、生态环境以及农业区域布局特点,全省可分为六个农业地貌类型区,即:浙北平原区、浙西北山地丘陵区、浙东丘陵盆地区、浙中丘陵盆地区、浙南山地区、浙东南沿海岛屿丘陵港湾平原区^[10]。

浙江省地处中、北亚热带,气温适中,热量资源丰富,雨量充沛,日照较多,光热水组合较好,有利于农业生产。根据浙江省主要农业气候要素组合特征的异同及其发生发展规律将全省划分为几个农业气候条件有明显差异的地区,即浙北农业气候大区 and 浙中浙南农业气候大区,分别包括浙西北丘陵山地温凉冬寒夏秋湿润小区、浙北平原温和冬冷夏秋亚湿润小区、浙东北滨海岛屿温和冬次温夏秋亚干燥小区、浙中北丘陵盆地温和冬冷夏秋湿润小区和浙中内陆盆地丘陵温暖冬次冷夏秋亚干燥小区、浙中浙南丘陵山地温暖冬次冷夏秋湿润小区、浙东南平原丘陵温热冬温夏秋湿润小区^[10]。

土壤类型众多,包括红壤、黄壤、石灰岩土、紫色土、红粘土、山地草甸土、滨海盐土、潮土和水稻土等十个土类。根据水稻土基础肥力的区域性差异,全省的水稻土分成三大区,即滨海—河网平原区、河谷盆地区和丘陵山岳区^[11]。

2.2 浙江省稻作概况

浙江省位于全国的单季稻与双季稻混合区。农业气候条件基本能满足双季稻的要求,过去全省基本以一年两熟与三熟为主体的水稻

种植制度^[12],但适于水稻生长的季节较短,早稻易受倒春寒危害,晚稻生长后期易受寒潮影响,造成产量不稳,而且双抢期间,时间紧,劳动强度大,掠夺性生产造成地力下降。近年由于市场经济发展,人民的生活水平提高,早籼稻的品质较差,加上我国粮食连年丰收,我省单季稻的面积在逐年增加,特别在浙北平原,已基本以单季稻为主,形成了浙北平原和浙南山地以单季稻为主,混有极少量的双季稻,其它地区以双季稻为主,混有少量的单季稻的格局。

3 方 法

3.1 分区因子的选择与指标确定

水稻的种植制度直接影响到地物结构的差异和遥感时相的选择,从而关系到面积的确定和估产模型的建立;农业气候尤其水与热是水稻生长的基本条件,地形的起伏造成水稻生长环境的不同,又是造成地物结构区域差异的重要原因,而且还可引起多方面的光谱噪声和干扰;水稻遥感估产需要在对各种地物光谱特征认识的基础上,从一定的地物信息组合中,提取水稻的光谱信息,由于不同的地物结构类型具有不同的光谱信息结构,水稻与其它地物之间的关系也有明显差异,为此,水稻遥感估产区划要保持各区的地物结构相对一致;水稻的产量水平则反映了水稻生长条件和管理水平等的差异性。综上所述,根据水稻遥感估产区划的原则和依据,结合浙江省的实际情况,以县(区)为地域单元,选取了稻作制度、农业气候、地形、地物结构、水稻产量水平等作为浙江省水稻遥感估产区划的分区因子。因浙江省的纬度范围不大,可以不考虑太阳高度角;分蘖期后,土壤的光谱信息不占主导地位,冠层光谱信息或影象主要反映水稻叶面的信息,因此,不考虑土壤光谱等因子。

各分区单元的指标数据采用 GIS 手段和统计资料两种方法获取。(1)采用 GIS 手段可从指标图层中提取单元数据文件,如农业气候、地形等。对于农业气候指标,我们选择了 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温值和年均降水量表示,地形指标,采用各县平原面积占总面积的百分数表示,该数据从浙江省红壤资源信息系统^[13]的 DEM 中获取。

(2)采用统计资料则用键盘输入到数据文件中,如水稻产量水平,采用近五年的平均亩产表示,稻作制度指标,因难以得到直接的数据,我们选用了近两年的早、晚稻播种面积比来间接表示,地物结构指标,选用水田面积占土地总面积的百分数表示,这些数据均从浙江农村统计年鉴和浙江土地统计资料中获取。

3.2 浙江省水稻遥感估产区划的技术路线
浙江省水稻遥感估产区划以地理信息系统的空间数据采集、分析工具为支撑,用 GIS 的空间邻接分析与图论的树算法^[7]相结合进行。

水稻种植制度影响到水稻分布的时空一致性、地物结构的差异以及遥感时相的选择,从而影响水稻的估产模型,因此,浙江省水稻遥感估产区划把它作为主导因子。首先分析各县(区)的早、晚稻播种面积比,将浙江省分成单季稻区和双季稻区两大区。为保持区块的空间连接和行政区域的相对完整,以增加估产的实用性,便于与其他估产部门和统计部门的结果作比较,分别对这两大区,采用了空间分析法与图论树算法结合的方法进行分区,该方法在文献^[7]中有详细阐述。空间分析法与图论树算法结合下的区划方法的技术路线见图^[7]。

3.3 构造邻接矩阵 E 和构造权矩阵
3.3.1 构造邻接矩阵 E 单、双季稻两大区以县(区)为分区单元,首先构造邻接矩阵 E:式中 1 代表分区单元向量,0 代表不相邻。

$$\alpha_{ij} = \begin{cases} 1, & < V_i, V_j > \in E; \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

利用 ARC/INFO 的 clean 命令所建立的拓扑关系来自动生成邻接矩阵。

3.3.2 构造权矩阵 水稻遥感估产分区中的权值采用各单元间的内在相似性。构造相似性矩阵可用欧氏距离、相关系数、相似系数等来表示。本研究采用相似系数法来构造权矩阵 D:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^m \frac{x_{ki} - \bar{x}_i}{S_i} \times \frac{x_{kj} - \bar{x}_j}{S_j} \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$S_i^2 = \sum_{k=1}^m x_{ki}^2 \quad S_j^2 = \sum_{k=1}^m x_{kj}^2$$

式中 n 指分区单元数, m 指分区指标数。

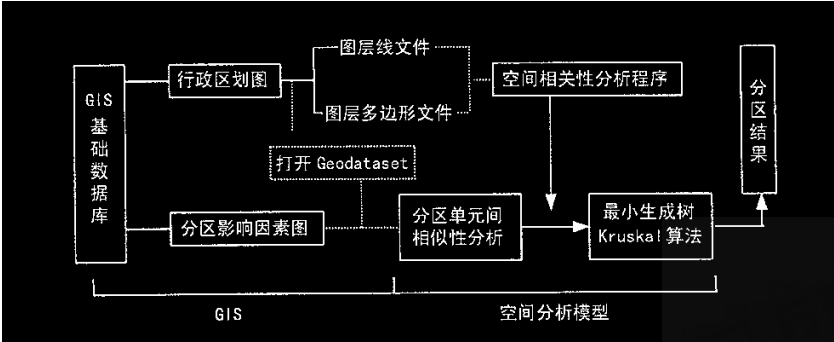


图 1 空间分析法与图论树算法结合下区划方法的技术框图^[7]

Fig.1 Framework of zoning techniques based on integration spatial analysis and optimal-tree clustering method

3.4 求最小生成树及其分割

3.4.1 求最小生成树 将权矩阵 D 和邻接矩阵 E 相乘,使不邻接的分区单元赋权值为零,运算后得到浙江省水稻遥感估产区划研究中相邻分区单元的权值共 160 个。

3.4.2 最小生成树分割 根据区内差异小,区间差异大的原则,选择适当的 R 值,将最小生成树分割成 m 个子树。要符合区间分异大的原则,应选择各分区单元之间权值(相似系数)为最小的连接边,将此作为最小生成树的分

割点,使得分割成的子树相似性最小,分异最大。浙江省单、双季稻两大区分别分割成 3 个和 6 个子树。

4 分区结果与讨论

4.1 分区结果

浙江省水稻遥感估产分区结果见表 1 和图 2。

表 1 浙江省水稻遥感估产分区结果

Table 1 Results of the regionalization of rice yield estimation by remote sensing in Zhejiang province

| 一级区 | 二级区 | 范围 | 基本特征 |
|--------|-------------------|---|--|
| Ⅰ:单季稻区 | Ⅰ 1:浙北西部山地单季稻区 | 安吉、临安 | 山地面积在 90% 以上,水田分布破碎且少,以单季稻为主。 |
| | Ⅰ 2:浙北水网平原单季稻区 | 长兴、湖州、德清、桐乡、嘉善、嘉兴、海宁、海盐、平湖 | 地形以平原为主,水田比例较高且分布相对集中,水热条件好,以单季稻为主,是浙江省主要的产粮区之一。 |
| | Ⅰ 3:浙南山地单季稻区 | 龙泉、云和、景宁、庆元、文成、泰顺、永嘉、青田 | 几乎百分之百为山地,水田分布极为破碎且少,以单季稻为主 |
| Ⅱ:双季稻区 | Ⅱ 1:宁绍平原双季稻区 | 余杭、杭州市区、萧山、绍兴、越城区、上虞、余姚、慈溪、鄞县、镇海区、北仑区及舟山市各县(区) | 地形以平原丘陵为主,水田比例较高,且在平原地带分布相对集中,丘陵地区分布零散,水热条件好,以双季稻为主,是主要产粮区之一。 |
| | Ⅱ 2:浙东南沿海平原丘陵双季稻区 | 象山、宁海、三门、临海、黄岩、路桥、椒江、温岭、乐清、玉环、温州、洞头、瑞安、平阳、苍南 | 地形以沿海的平原丘陵为主,水田比例较高,且在平原地带分布相对集中,丘陵地区分布零散,水热条件好,以双季稻为主,是主要产粮区之一。 |
| | Ⅱ 3:金衢盆地双季稻区 | 浦江、兰溪、义乌、东阳、衢县、柯城、龙游、金华、婺城、武义、永康、江山、缙云、丽水、松阳、遂昌 | 地形以丘陵为主,水田多分布在盆地内,以双季稻为主,是主要产粮区之一。 |
| | Ⅱ 4:浙东南丘陵山地双季稻区 | 诸暨、嵊州、奉化、新昌、天台、磐安、仙居 | 地形以丘陵为主,水田多分布在河谷盆地,较为分散,以双季稻为主。 |
| | Ⅱ 5:浙西北山地丘陵双季稻区 | 富阳、桐庐、淳安、建德、开化、常山 | 山地面积在 90% 以上,水田分布破碎且少,以双季稻为主。 |

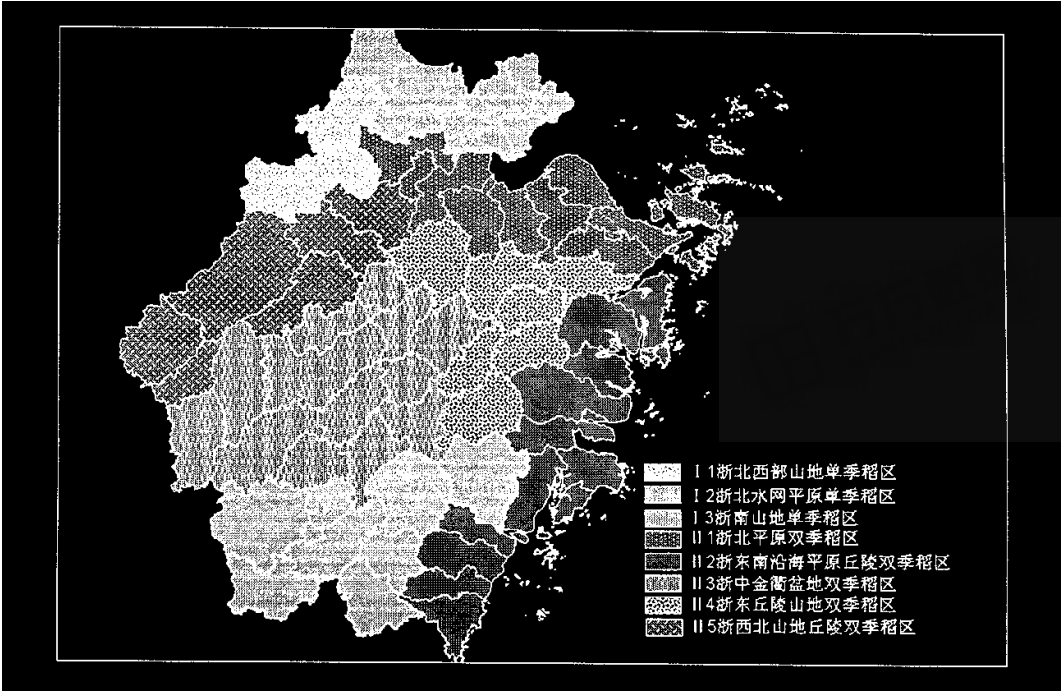


图 2 浙江省水稻遥感估产分区

Fig.2 Regionalization of rice yield estimation by remote sensing in Zhejiang province



图 3 浙江省粮食作物分区

Fig.3 Grain crop regionalization in Zhejiang province

4.2 讨 论

(1) 有两点需要说明,一是根据最小生成树分割,遂昌、松阳、丽水和缙云四县应为一区,考

虑到四县的水稻播种面积很小,对全省的估产精度影响小,故把它们归到金衢盆地双季稻区;二是舟山市各县(区),它们的各指标值与 II 1

区内各县的指标相接近,出于同样的考虑,将它们归于Ⅱ1区。

(2)浙江省农业区划办在综合分析地形、气候、耕作制度等的基础上,进行了浙江省粮食作物(水稻)区划,结果见图3。比较图2和图3,由于粮食作物分区在1988年完成,采用的资料较早,如耕作制度,区划以山脚线、河流等为界,而水稻遥感估产考虑遥感估产的特点,以行政界线为区划界,因此,两结果存在一些差异,如单、双季稻区的划分等。但总的说来,两区划应该说还是接近的。

(3)水稻遥感估产区划的因子选择、主导因子的确定必须考虑水稻遥感估产的特点,根据不同尺度的估产区划和估产区的实际情况而定。如太阳高度角、大气辐射等在估产范围不大时如县级或跨纬度较小的省级可以不予考虑,但在更大范围估产时则需考虑。

(4)以稻作制度为主导因子,以GIS技术为支撑,采用空间分析法与图论树算法相结合的方法进行浙江省水稻遥感估产区划,既保持了区块的连续和行政区域的完整,亦考虑了遥感估产的特点,基本能达到遥感估产的要求,并将在以后的估产实践中得到进一步的验证和完善。

(5)本研究的不足是没有结合遥感资料,将在以后的工作中作进一步的研究和探讨。

致 谢:本文在研究和写作过程中,得到黄敬峰、史舟博士的帮助,在此表示衷心的感谢。

参考文献:

- [1] 赵锐,王延颐,戴锦芳.中国水稻遥感动态监测与估产[M].北京:中国科学技术出版社,1996.
- [2] 孙九林.中国农作物遥感动态监测与估产总论[M].北京:中国科学技术出版社,1996.
- [3] 杨星卫,王红,周红妹,等. GIS支持下的水稻遥感估产综合分层模型[A].陈沈斌.小麦、玉米和水稻遥感估产技术试验研究文集[C].北京:中国科学技术出版社,1993. 192-197.
- [4] 张晓阳,李仁东,杜耘.江汉平原监利县水稻遥感估产样本布设研究[A].陈沈斌.小麦、玉米和水稻遥感估产技术试验研究文集[C].北京:中国科学技术出版社,1993. 184-191.
- [5] 张继权,杨美华,吴正方,等.玉米遥感估产综合区划研究——以吉林省梨树县为示范区[A].陈沈斌.小麦、玉米和水稻遥感估产技术试验研究文集[C].北京:中国科学技术出版社,1993. 170-183.
- [6] 王深法,王人潮,许红卫.水稻遥感估产中的稻作分区研究[J].浙江农业大学学报,1993,增刊:46-54.
- [7] 史舟,王人潮.地理信息系统技术支持下的农业种植分区研究[J].农业系统科学与综合研究,1998. 14(1): 5-8.
- [8] 王乃斌.中国小麦遥感动态监测与估产[M].北京:中国科学技术出版社,1996.
- [9] 万恩璞,徐希孺.中国玉米遥感动态监测与估产[M].北京:中国科学技术出版社,1996.
- [10] 杭州大学地理系.浙江省农业区划图集[Z].北京:测绘出版社,1989.
- [11] 浙江省土壤普查办公室.浙江土壤[M].杭州:浙江科学技术出版社,1990. 400-402.
- [12] 丁元树.浙江粮食与吨粮技术[M].杭州:浙江科学技术出版社,1993. 19-20.
- [13] 王人潮,史舟,胡月明.浙江红壤资源信息系统的研制与应用[M].北京:中国农业出版社,1999. 212-236.

(责任编辑 邓君奇)