

侯晓奎, 李元应. 郑州园林绿化树木低温寒冻害空间分布特征研究[J]. 灾害学, 2021, 36(1): 60–63, 68. [HOU Xiaokui and LI Yuanying. Study on the Spatial Distribution Characteristics of Low Temperature and Freezing Damage of Landscape Trees in Zhengzhou [J]. Journal of Catastrophology, 2021, 36(1): 60–63, 68. doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2021.01.012.]

郑州园林绿化树木低温寒冻害空间分布特征研究^{*}

侯晓奎, 李元应

(黄河交通学院 交通工程学院, 河南 焦作 454950)

摘 要: 绿化树木是园林景观的主体部分, 同样也是园林建设中的目标植物。然而, 绿化植物容易受到低温寒冻害的影响, 进而影响园林布局美观。基于此, 该文提出郑州园林绿化树木低温寒冻害空间分布特征研究方法, 统计郑州园林绿化树木类型, 对各样本按照乔木层与灌木层进行分类整理, 将频度、显著度、密度等作为计算树木多样性的指标, 分析比较结果, 根据获得的比较结果, 利用遥感图像采集技术对树木进行分层采样处理, 提取受冻害植被颜色特征, 通过最佳分割阈值算法分割树木与背景, 分别获取两个区域的灰度值。最后采用模板匹配方法将马氏距离作为识别树木受冻害的标准, 结合受冻指数, 得出空间分布特征与植被分布类型有关, 且海拔位置越高受冻害影响越严重。根据获得的空间分布特征结果, 可及时采取有效的防治措施, 加强对郑州园林绿化树木的保护。

关键词: 园林绿化树木; 低温寒冻害; 空间分布特征; 遥感图像处理; 马氏距离

中图分类号: P429; K47; X43; X915.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2021)01–0060–05

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2021.01.012

随着经济的发展, 园林绿化逐渐成为城市建设的关键工程项目, 是改善环境质量、提高城市品位的重要途径。在绿化工程建设实施过程中, 如果只注重园林建设, 忽视植被的养护与管理, 则会对园林绿化的长远效益造成消极影响。低温寒冻害是指树木在休眠期内, 温度降到 0℃ 之下, 使树木细胞、组织受到不同程度的损害, 严重时会导致树木死亡, 其主要表现为树冠枝叶干枯。受到冻害的原因主要包括: 日平均最低温度持续时间过长或者气温突然下降时, 一些树木没有完全进入休眠期, 在未经过抗寒锻炼的情况下, 细胞水分充足, 没有生成可溶性糖等调节物质, 导致树木细胞内结冰或外结冰; 树木种类自身基因的影响, 生长在本地的树木能够适应环境, 本身具有一定抗寒性, 而引种栽植的树木对温度要求较高, 当遇到极端气温时, 对环境适应性较差; 栽植时间, 幼苗与新移植的树木受冷冻程度较为严重; 立地条件, 地形、土壤会对树木冻害程度产生一定影响; 树木自身生长水平, 生长健壮的树木营养状况良好, 养护水平高可以提高抵抗低温能力, 受冻害程度较轻, 而生长不良的树木, 病虫害较多, 抵抗力较差。因此为提高树木的养护水平, 必须分析园林绿化树木受到低温寒冻害的空间分布特征。近年来, 图像处理技术广泛应

用于病害检测与目标识别领域, 以下为相关学者通过图像技术研究低温寒冻害空间分布特征的方法。

杨康等^[1]提出基于广义 Ricci 曲率和深度信息相结合的园林树木图像采集方法。首先将园林绿化树木图像作为二维流形的着色, 通过处理目标深度, 保留重点采样区域的深度信息; 其次, 根据深度与灰度数据获取 Ricci 曲率; 最后在相关性原则的基础上选取目标点, 得到受冻害树木分布的区域。刘丽坤^[2]根据目标元素特征, 计算其平均值。得到最终特征值, 再经过滤波处理, 对目标元素的高维数据降维, 结合极大与极小灰度值, 得出目标灰度值。定义特征点的大小与方向, 获取协方差矩阵的特征向量, 从而实现目标的采集与识别。

上述方法对园林绿化树木图像采集的清晰度较低, 导致空间特征分析结果不准确, 不能及时对低温寒冻害进行弥补。因此利用遥感技术对郑州园林绿化树木低温寒冻害空间分布特征进行研究。经过对郑州园林树木类型分布的分析, 通过图像采集、预处理、分割识别等操作过程, 描绘空间分布特征图。根据对比实验得出所提方法采集到的图像质量较高, 容易看出受到冻害树木的分布情况。降低园林工作复杂程度, 推动园林工

^{*} 收稿日期: 2020–06–17

修回日期: 2020–08–10

基金项目: 2019 年度河南省高等学校重点科研项目(19B180002)

第一作者简介: 侯晓奎(1982–), 男, 汉族, 河南平顶山人, 讲师, 主要从事城乡园林园艺规划研究。E-mail: hxiaokui@163.com

通讯作者: 李元应(1977–), 男, 汉族, 河南信阳人, 副教授, 主要从事园林景观及农林生长环境研究。E-mail: 4127yulin@163.com

作的科学性发展。

1 郑州园林绿化树木种类统计

1.1 统计方法分析

对郑州园林绿化树木按照乔木层与灌木层进行分类与整理,获取园林中树木种类频度、相对显著度、密度以及物种多样性等指标。

频度^[3]表示树木种类在样本中出现次数的百分比。

密度是单位面积上某种树木的数量。

相对显著度又称相对优势度,是指一种树木的基部盖度和所有树木的基部盖度之比,可显示某种树木的生态重要性。

树木多样性指标是体现园林稳定性与健康性的重要标准。如果多样性指数较低则表明对抗环境压力的能力相对较低^[4]。

乔木/灌木的重要程度 = (密度 + 相对显著度 + 频度)/3。

(1)

1.2 统计结果比较

根据统计调查结果可以发现,郑州市园林绿化中有乔木 95 种,灌木种类为 80 种。其中柏科、杨柳科、松科等占比较高。

在树木样本中,郑州本地树种占比为 18%,国内引进树种占比 65%,其余为国外引进树种。因此,在郑州园林绿化中以国内引进树种为主,本地与国外引进为辅,这表明乡土植物在本地没有被广泛利用,引进树木对当地气候条件适应性较差,因此会导致低温冻害现象。

郑州园林部分植物结构特征如表 1 所示。由表 1 可以看出,乔木的均匀度高于灌木,主要由于绿化园林中的乔木与灌木大多属于人工栽植的,因此数量与种类均是人为决定的,为达到美化园林的目的^[5],所选择的树木种类配比情况较为均匀,但是园林绿化通常强调将乔木作为主体,因此乔木均匀度比灌木高。

表 1 部分植物结构特征

植物种类	密度/(株/m ²)	覆盖度
乔木类	香樟	0.28
	罗汉松	0.25
	棕榈	0.24
	云杉	0.27
灌木类	金银木	0.12
	沙棘	0.44
	毛杜鹃	0.49
	迎春	0.56

从树木种类丰富度的统计结果中可以看出,在郑州园林绿化中乔木与灌木的丰富度较为接近。

2 基于遥感技术的树木低温冻害识别

采用抽象调查的方式,选取 2019 年的郑州市

区、郑东新区、巩义市等地园林单位的园林树木进行全面调查与观察,统计受害树种、受害类型和受害程度及其它可见的生物学特性,并记录周围环境特征。通过无人机拍摄获得郑州市树木分布图如图 1 所示。

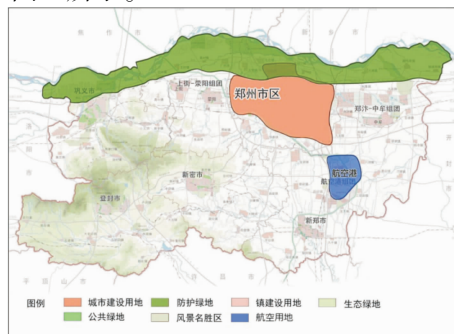


图 1 郑州市树木分布图

以采用遥感技术获得郑州市树木分布图为基础,对低温冻害空间分布特征进行研究。

2.1 树木遥感图像的分层采样

根据上述获得郑州市园林树木分布图,为了获得精准的低温冻害空间分布特征,对该图像进行分层采样。

假设所有树木的整体由 N 个单元构成^[6],将其分为 L 个区域,每个区域含有的单元个数分别为: $N_1, N_2, \dots, N_L$ 。假设所有区域之间不发生重合现象,任意单元只属于其中一部分,不会同时属于两部分,且没有遗漏单元。根据上述原则将每个区域称作层。在每个层中进行随机抽样,结合样本资料评估整体。

如果在 L 层中分别选取 $n_1, n_2, \dots, n_L$ 个单元,则 n 个单元构成的样本集合就是利用分层抽样方式构成的样本。在使用该方法对总体特征进行估计时,必须符合下述要求:

(1)整体中的每个单元必须归某一层所有;

(2)每层单元数量 N_h 是已知的。所以,整体单元数量 N 和 $W_h = N_h/N$ 同样为已知的。其中 W_h 表示整体在 h 层的权重大小。

分层抽样估计值的方差计算公式为:

$$\sigma^2(\bar{y}_{st}) = \frac{1}{n} \sum_{h=1}^L W_h \sigma_h^2 \quad (2)$$

简单随机抽样估计值的方差计算表达式为:

$$\sigma^2(\bar{y}) = \frac{\sigma_y^2}{h} \quad (3)$$

式中: $\sigma_y^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^Y (Y_i - \bar{Y})^2$ 属于总体研究标志的方差。

利用分层抽样法的优点是可以获得更高的估计准确率。假设选取相同数目的样本,估计精准度比简单随机抽样更高^[7]。或者在精确度相同的条件下,选择的样本数量比其他方法更少。

2.2 图像预处理

空间特征也就是集合特征,体现在遥感图像的分辨率、纹理特征以及图像形变等因素中。因此需要对完成抽样的遥感图像进行预处理。几何分辨率也可称为像元分辨率,和使用的采集设备

相关。处理结构为图像细致部分的形状、大小与方位等分布情况,属于图像目视判读的重要依据。

在分析园林绿化树木低温寒冻害分布特征的过程中,对采集的图像做预处理,提取遭受冻害树叶的颜色特点,并使该特征从高位空间映射在低维空间,获取树木在经历低温寒冻害后色调的变化参数,根据直方图的统计特性分别求出色调 H 的均值,由此完成图像预处理。详细步骤为:

若 η'_{aus} 表示图像中不同颜色的数量, $\{f'_{se}, f'_{es}\}$ 分别为受到冻害树木的叶片和正常叶片在纹理特征上的阈值区别, μ'_{sx} 表示背景颜色, f'_{sd} 是遥感采集的图像,通过下述表达式对图像进行预处理:

$$a'_{swee} = \sigma^2(\bar{y}) \frac{\mu'_{sx} \cdot \phi''_{swee}}{\eta'_{aus} \{f'_{se}, f'_{es}\}_{aus}} \times \frac{\alpha''_{der} \{H, I, S\}}{[R, G, B]} \quad (4)$$

式中: ϕ''_{swee} 表示树叶颜色种类的属性, α''_{der} 为树叶颜色类型数量, $\{H, I, S\}$ 分别为树叶色度、亮度与饱和度, $[R, G, B]$ 表示红、绿、蓝三原色刺激值。

如果, se 描述树叶大小, ω'_{aus} 表示色调区间的 H 占整体树叶 H 值的百分比情况, S'_{aswff} 表示树叶色调不同区间值的范围,则通过下述表达式获取受冻害绿化树种树叶的颜色特征^[8]:

$$p'_{aus} = \frac{S'_{aswff} \times se}{\omega'_{aus} \cdot a'_{swee}} a'_{awds} \quad (5)$$

式中: a'_{awds} 表示色调值比较低的范围。

如果 χ''_{df} 树叶受冻害表现的具体位置, l'_{zhk} 为树叶面积对颜色特征提取的影响, S''_{awji} 是色调均值中,正常树叶与受冻害树叶的区别阈值,则可以通过下述表达式将颜色特征从多维空间映射进低维空间中:

$$a''_{yuiik} = \frac{S''_{awji} \times \chi''_{df} l'_{zhk} p'_{aus}}{S'_{ass}} \quad (6)$$

式中: s'_{ass} 表示受冻害图像的特征差异。

如果 λ'_{ase} 表示区分树叶的特征向量, v'_{awe} 为噪声起伏趋势,通过下述表达式描述树叶在受到冻害时体现出的色调变化参数:

$$swed'_{sf} = \frac{a''_{yuiik} v'_{awe} \times \lambda'_{ase}}{der'_{sdr}} + \partial'_{swe} + s'_{cfe} \quad (7)$$

式中: ∂'_{swe} 表示冻害区域的圆形度, der'_{sdr} 为偏心率, s'_{cfe} 描述所有特征之间的关联性^[9]。

若 l'_{juh} 表示两个色调范围的直方图数值, fr''_{asu} 表示不同样本的相互关联程度,则通过下述表达式获取色调 H 的平均值。

$$SS'_{swe} = \frac{fr''_{asu} \times l'_{juh}}{swed'_{sf}} \quad (8)$$

2.3 图像分割

通过上述对图像的预处理,利用最佳分割阈值方法^[10]将树木与背景区分开来,分成两类区域的二值图像。

计算树木图像中的极小与极大灰度值 Z_l 与 Z_M ,且已知 $k=0$,初始阈值表示为:

$$T^0 = SS'_{swe} \frac{Z_l + Z_M}{2} \quad (9)$$

结合阈值 T^k 将图像分割为目标与背景两个区域,分别计算它们的平均灰度值 Z_0 与 Z_B :

$$Z_0 = \frac{\sum_{Z(i,j) < T^k} Z(i,j) \times N(i,j)}{\sum_{Z(i,j) < T^k} N(i,j)}; \quad (10)$$

$$Z_B = \frac{\sum_{Z(i,j) > T^k} Z(i,j) \times (i,j)}{\sum_{Z(i,j) > T^k} N(i,j)} \quad (11)$$

式中: $Z(i, j)$ 表示图像 (i, j) 处的灰度值, $N(i, j)$ 属于点 (i, j) 的权重系数,一般情况下 $N(i, j) = 1$,因此计算出新的阈值:

$$T^{k+1} = \frac{Z_0 + Z_B}{2} \quad (12)$$

假设 $T^k = T^{k+1}$,此时迭代结束,利用阈值 T^k 进行分割,否则使 $k = k + 1$,继续执行。

2.4 冻害树木识别

因为树木在受冻害不同时期呈现出的状态不一样,所以通过多模板识别方法对其进行识别处理,模板特征由多个聚类中心构成,假设 X 由 n 个样本组合而成的矩阵,存在 p 个变量观测值。模糊聚类将 n 个样本分为 c 类的聚类中心。在此次分类中,所有样本利用一定隶属度进行分类。

在目标函数 $J(U, V)$ 出现最小值时,获取隶属度矩阵 U 与聚类中心 V 的值,并将 V 值作为模板特征值。

在模板匹配算法中,将马氏距离作为识别判断的依据,假设第 i 个样本和第 j 个样本的马氏距离表示为 D_{ij} ,则目标函数表达式如下所示:

$$D_{ij} = \sqrt{T^{k+1} (X_i - X_j) S^{-1} (X_i - X_j)^T} \quad (13)$$

式中: X_i 与 X_j 分别表示第 i 个样本与第 j 个样本的 m 个特征因子构成的向量, S 代表树木样本的协方差矩阵。分别求出目标样本集合中所有样本特征值和对应模板特征值的马氏距离,将马氏距离作为相应的待识别样本种类。结合受冻指数,且利用下述表达式进行计算,从而获得郑州市园林绿化树木低温寒冻害空间分布特征图。受冻指数的计算公式为:

$$\text{受冻指数} = \frac{\sum D_{ij} (\text{受冻梢数} \times \text{受冻级数})}{\text{调查总梢数} \times \text{最高级数}} \times 100\% \quad (14)$$

3 冻害空间分布特征研究

根据上述的园林树木低温寒冻害识别结果,提取冻害空间分布特征,提取结果如图2所示。



图2 郑州园林绿化树木低温寒冻害空间特征图

在获得郑州园林绿化树木低温寒冻害空间特征分布结果后, 对不同纬度位置、风力、日照环境下的冻害空间分布特征进行研究

3.1 纬度位置

根据动态空间分布特征, 进一步分析纬度位置对郑州园林绿化树木低温寒冻害的影响, 不同纬度位置下, 树木的冻害指数如图 3 所示。通过图 3 可知看出, 在不同的纬度下, 郑州园林绿化树木的受冻指数不断波动变化, 纬度越高, 树木的受冻指数越高, 说明纬度越高, 树木的冻害情况越严重。因此, 说明郑州园林绿化树木的冻害一般分布在纬度较高的位置。

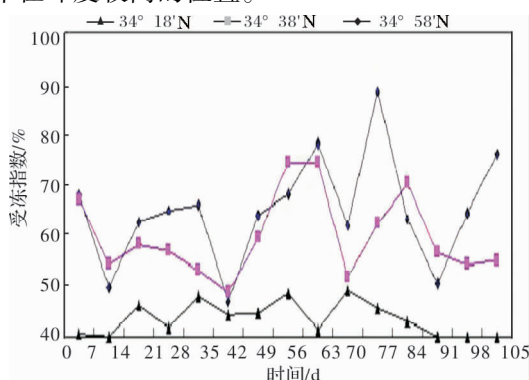


图3 不同纬度的冻害指数

3.2 风力

采集郑州冬季风力等级变化下, 园林绿化树木的冻害特征, 结果如图 4 所示。分析图 4 可以看出, 除了正常的温度变化影响树木冻害指数外, 风力等级越低, 树木的冻害指数越低, 说明风力等级对树木冻害具有一定的影响。

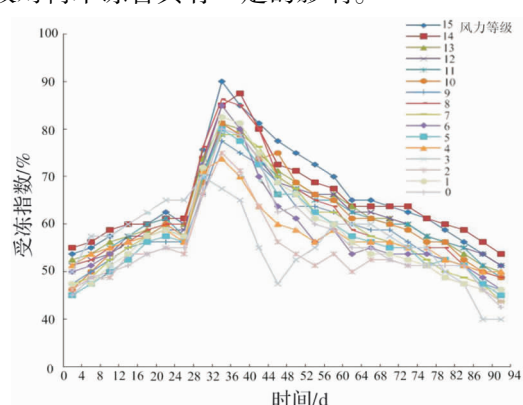


图4 不同风力下的冻害指数

3.3 日照

日照是影响园林树木冻害的一个重要指标, 通过对不同日照因子密度的计算, 对郑州园林绿化树木的冻害指数进行分析, 日照因子密度的计算公式:

$$E = \beta G \sinh(a \cos t + b \sin t + \cos \theta \sin h) \quad (15)$$

根据上述公式, 得到不同日照因子密度下郑州园林绿化树木的冻害指数结果如图 5 所示。从图 5 中可以看出, 日照因子越密集, 树木的冻害指数越低, 而日照因子越稀疏, 树木的冻害指数越高。

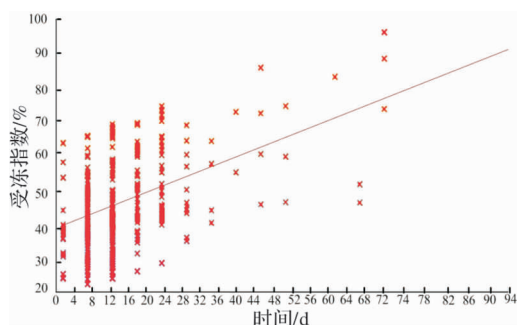


图5 不同日照下的冻害指数

从上述结果中可以看出, 受纬度位置的影响, 高纬度地区气温较低, 因此受低温寒冻害程度较大; 因为高大建筑物的遮挡, 城市中心风力较小, 日照因子比城市边缘地区高, 因此市中心园林绿化树木受冻害影响较低。

4 结论

为及时了解郑州园林绿化树木低温寒冻害的受灾情况, 通过遥感技术对其空间分布特征进行研究。首先分析郑州园林树木结构, 并利用遥感获取树木信息, 经过图像处理、分割、识别等过程获取树木低温寒冻害空间特征分布图, 对此图进行分析得出, 受纬度位置的影响, 高纬度地区气温较低, 因此受低温寒冻害程度较大; 因为高大建筑物的遮挡, 城市中心风力较小, 日照因子比城市边缘地区高, 因此市中心园林绿化树木受冻害影响较低, 而纬度较高的园林与城市外围地区园林受冻害影响较为严重。针对冻害情况可以因地制宜的栽种树木, 加强栽培管制。

参考文献:

- [1] 杨康, 贾棋, 罗钟铨. 基于广义 Ricci 曲率及深度信息的图像采样方法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2019, 31(6): 971-978.
- [2] 刘丽坤. 视觉传达系统平面图形元素采集方法仿真研究[J]. 计算机仿真, 2019, 36(6): 475-479.
- [3] 贾宝全, 仇宽彪. 北京市第二道绿化隔离区林木树冠覆盖特征与景观格局变化[J]. 林业科学, 2019, 55(2): 13-21.
- [4] 吕春茂, 刘璐, 孟宪军, 等. 不同解冻方式对树莓抗氧化成分及其活性的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2018, 49(6): 27-36.
- [5] 李仓栓, 刘晖, 程爱云, 等. 让自然参与设计: 一种基于自然演替的城市自生群落改良设计途径[J]. 中国园林, 2019, 35(7): 118-123.
- [6] 赵园园, 陈洪醒, 陈红, 等. 重庆市6种常见园林植物功能性状对城乡生境梯度的响应[J]. 生态学杂志, 2019, 38(8): 2346-2353.
- [7] 张元康, 王秀荣, 杨婷, 等. 贵阳市常见园林植物春季新叶色彩属性变化特征研究[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(6): 208-213.
- [8] 胡正勤, 陈卫元. 瘦西湖风景区园林植物配置特点[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(16): 141-145.
- [9] 杨海泉, 王仪丰, 王志强, 等. 基于空间资源竞争的三维树木建模方法[J]. 计算机科学, 2019, 46(S2): 38-41, 46.
- [10] 崔沿沾, 陈宇拓, 郭怡旭. 人工林地形与树木融合的高效建模[J]. 中南林业科技大学学报, 2019, 39(11): 48-55.

(下转第 68 页)

ple, the analytic hierarchy process is used to carry out geological hazard assessment on the slopes of Shilou county town, and 14 high-risk slopes are initially identified. The stability calculation of the initial high-risk slopes is carried out using Geostudio software to further identify the range of the high-risk slopes, and the slope with overall instability or local instability in 11 slope sections is finally designated as the high-risk slopes. After the ROC data curve verification, the 11 identified high-risk slopes of geological disaster are more reasonable. This method not only makes up for the lack of GIS analysis method to participate in the calculation of physical and mechanical parameters of rock and soil mass, but also reduces the analysis time of slope by slope stability calculation, and improves the identification efficiency of high-risk slopes.

Key words: slope unit; identification of high-risk slopes; hazard assessment; geological disaster; mountain towns

+++++
(上接第 63 页)

Study on the Spatial Distribution Characteristics of Low Temperature and Freezing Damage of Landscape Trees in Zhengzhou

HOU Xiaokui and LI Yuanying

(*Department of Traffic Engineering, Huanghe Jiaotong University, Jiaozuo 454950, China*)

Abstract: Greening trees are the main part of the landscape, and also the target plants in the landscape construction. However, the green plants are easily affected by the low temperature, cold and frost damage, and then affect the landscape layout. Based on this, the research method of the spatial distribution characteristics of the low temperature and freezing damage of the landscape trees in Zhengzhou is put forward. According to the statistics of the types of trees in Zhengzhou, the samples are classified and sorted according to the tree layer and shrub layer, and the frequency, significance and density are taken as the indexes to calculate the diversity of trees. The comparison results are analyzed. According to the comparison results, the trees are stratified sampled by remote sensing image acquisition technology, and the color characteristics of the frozen vegetation are extracted, and the optimal segmentation threshold is adopted. The algorithm divides the tree and the background, and obtains the gray values of the two regions respectively. Finally, using template matching method, the Mahalanobis distance is used as the standard to identify the frost damage of trees. Combined with the frost damage index, the spatial distribution characteristics are related to the type of vegetation distribution, and the higher the altitude, the more seriously affected by the frost damage. According to the results of spatial distribution characteristics, effective control measures can be taken in time to strengthen the protection of landscape trees in Zhengzhou.

Key words: landscape trees; cold and freezing damage; spatial distribution characteristics; remote sensing image processing; Mahalanobis distance