ICS 65.020
B 60

LY

中华人民共和国林业行业标准

LY/T 2021—2012

基于 TM 遥感影像的湿地资源监测方法

Wetland resource monitoring method based on TM remote sensing imagery

2012-02-23 发布　　2012-07-01 实施

国 家 林 业 局　发 布

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国林业科学研究院资源信息研究所提出。

本标准由全国湿地保护标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国林业科学研究院资源信息研究所、中国科学院东北地理与农业生态研究所。

本标准主要起草人：张怀清、鞠洪波、张树清、凌成星、赵峰、刘春悦。

基于TM遥感影像的湿地资源监测方法

1 范围

本标准从数据源、图像处理、影像解译、精度检验与评价和统计制图等方面规定了基于TM遥感影像的湿地资源监测方法。

本标准适用于美国陆地卫星(Landsat)TM遥感数据进行湿地资源监测与调查。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 13923—2006 国土基础信息数据分类与代码

GB/T 13989—1992 国家基本比例尺地形图分幅与编号

GB 15968—2008 遥感影像平面图制作规范

GB/T 18316—2001 数字测绘产品检查验收规定和质量评定

GB/T 18317—2001 专题地图信息分类与代码

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

湿地 wetland

不论其为天然或人工、常久或暂时性的沼泽地、湿原、泥炭地或水域地带,带有或静止或流动、或为淡水、半咸水或咸水水体,包括低潮时水深不超过6 m的水域。

3.2

遥感影像 remote sensing imagery

地物电磁波特征信息的载体。包括胶片、磁带等为载体的地物的摄影照片或扫描照片,在遥感中主要是指航空像片和卫星像片。

3.3

湿地资源监测 wetland resource monitoring

对湿地资源数量、质量性状、利用状况及其变化等方面的监控、测定。

4 监测流程

基于TM遥感影像湿地资源监测流程参见图1。

学兔兔 www.bzfxw.com

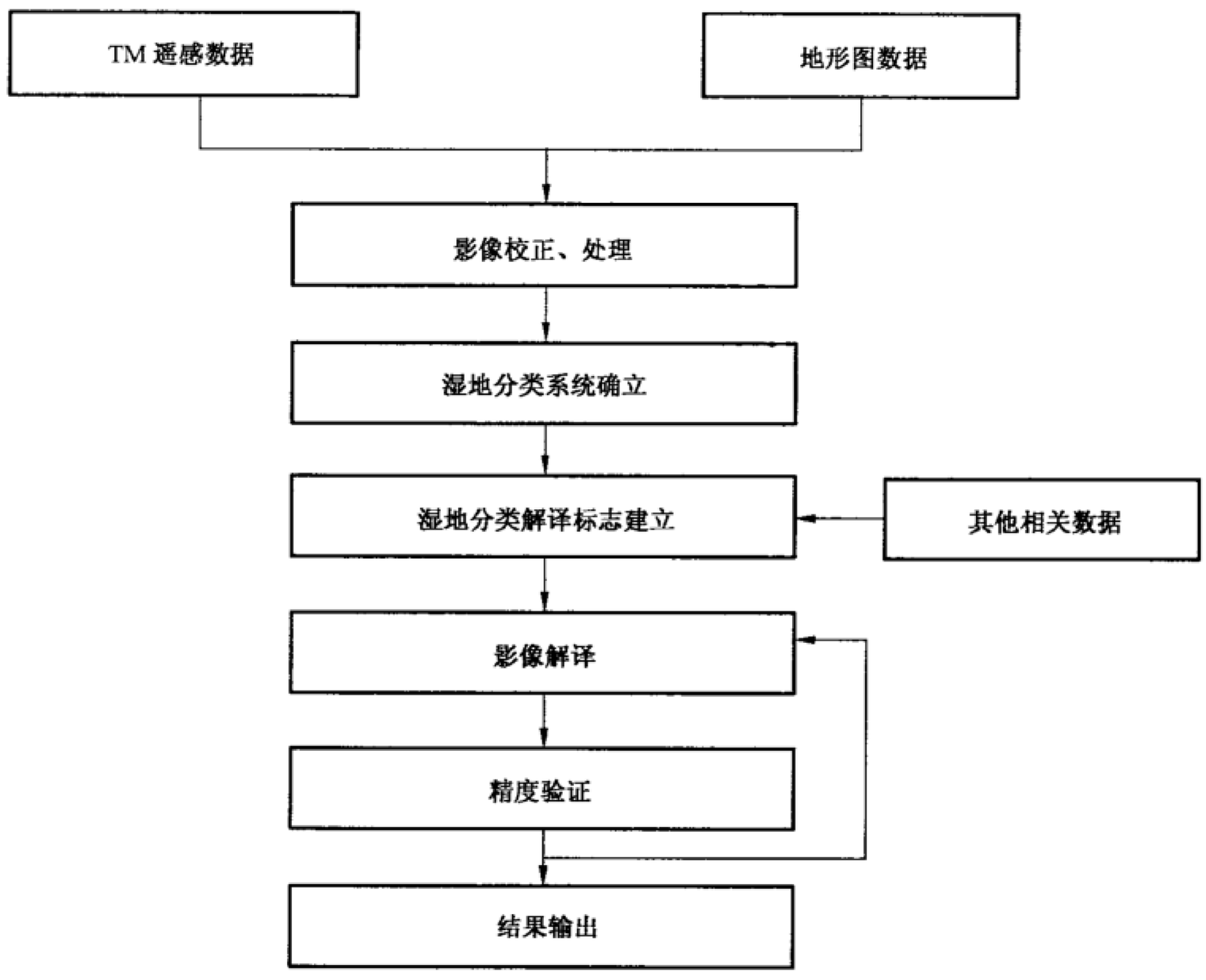


图 1　基于 TM 遥感影像的湿地资源监测流程

5　数据源

5.1　影像数据选择及其质量控制

5.1.1　TM 影像数据

5.1.1.1　选择 TM 遥感影像多光谱数据。

5.1.1.2　影像时相要求：根据监测目的确定影像时相。对于湖泊湿地、河流湿地、沼泽湿地以及人工湿地宜选择在夏季丰水期或最为靠近丰水期，近海与海岸湿地宜选取低潮时期。

5.1.2　数据质量要求

5.1.2.1　集中云层的覆盖面积少于 5%，分散云层的覆盖总面积少于 10%。

5.1.2.2　影像层次丰富、色彩清晰、色调均匀、反差适中。

5.1.2.3　数据不存在条带、斑点噪声、行丢失等。

5.2　地形图选择及质量控制

5.2.1　地形图

收集监测区纸质或电子版的 1∶50 000～1∶100 000 地形图。

5.2.2　数据质量要求

5.2.2.1　对纸质图要求其表面、平整度、符号、线条、图廓点及公里网完整。

5.2.2.2　对电子图的要求标准，参照 GB/T 18316—2001 执行。

学兔兔 www.bzfxw.com

5.3 调查数据准备及质量控制

5.3.1 数据准备

5.3.1.1 收集调查区已有的土地利用图、湿地规划和调查资料、水系图、功能区划图、湿地利用等相关资料。

5.3.1.2 熟悉调查区分布的湿地类型。

5.3.1.3 选择 2～3 条踏查线路，准备实地调查外业图。

5.3.1.4 根据选定的踏查路线，选取典型湿地类型样区，进行样点定位、外业图勾绘、样地描述(样地及其对应的遥感影像特征)、实地拍照。

5.3.2 数据质量要求

选取与遥感影像数据获取时间相近的时间进行调查。外业调查数据定位误差不超过 30 m。

6 图像处理

6.1 坐标投影系统

平面坐标系统采用 1980 年西安坐标系统；投影方式采用高斯-克吕格投影，按 6°分带；高程系统采用 1985 国家高程基准。

6.2 图像处理方法

6.2.1 影像校正

在地形平坦或地形起伏微弱地区(相对高差不超过 50 m，坡度在 5°以下)，采用 1∶50 000 地形图或地面控制点进行几何校正；在丘陵或山区(相对高差 50 m 以上，坡度在 5°以上)，采用 1∶50 000 地形图生成的 DEM，结合地面控制点数据对影像进行正射校正。对于无法获得相关参数进行正射校正的地区，采用多项式纠正模型进行几何校正。

在影像几何校正时，均匀选取影像上明显、清晰、不随时间变化明显改变的地物控制点。要求每景影像控制点选取保证 30 个以上，精度控制在 1 个像元以内。采用双线性内插法进行影像重采样，得到校正影像。

在影像正射校正时，采用卫星轨道参数、传感器参数和 DEM 数据进行正射校正。均匀选取影像上明显、清晰、不随时间变化明显改变的地物控制点。要求每景影像控制点选取在 30 个以上，精度控制在 1 个像元以内。采用双线性内插法进行影像重采样，得到校正影像。

6.2.2 图像处理

6.2.2.1 影像增强处理：对 TM 遥感影像进行线性拉伸处理，增强后图像直方图应跟原始数据直方图相同。

6.2.2.2 构造 NDVI 植被指数新波段：进行 NDVI 植被指数运算，灰度值为－1～1 范围之间，再拉伸处理将灰度值扩大 0～255 范围内。

6.2.2.3 波段组合：根据监测对象，确立最佳的波段组合，宜采用影像 RGB 组合 TM543、TM432、TM421、TM321(此处 1、2、3、4、5 分别指代 TM 遥感影像的 1、2、3、4、5 波段)。

学兔兔 www.bzfxw.com

7 影像解译

7.1 确立湿地分类系统

以湿地类型在TM遥感影像数据上的可解译性为基础，确立基于TM影像的分类系统，见附录A。

7.2 建立解译标志

建立影像上反映的色调、亮度、几何形状、结构纹理、地形地貌及地理位置与地物的相关关系，参考附录B建立解译标志。

7.3 影像解译(图2)

7.3.1 采用RGB波段组合遥感数据，以6×6个像元为解译的最小图斑单位进行影像解译。

7.3.2 根据影像第5波段光谱特征，设置影像波段亮度阈值DN，区分水体和非水体区域。

7.3.3 针对水体区域，根据形状指数，划分浅海水域、湖泊、河流、人工水域，再采用人机交互式解译，进行类别细分。

7.3.4 针对非水体区域，利用归一化植被指数(NDVI)阈值分割方法，将植被与非植被区域进行区分。

7.3.5 针对植被覆盖区域，根据建立的湿地类型影像解译标志，利用监督分类方法，选择对应样本，进行湿地类型划分。

7.3.6 针对非植被覆盖的区域，采用人机交互式解译，对照解译标志，进行湿地类型划分。

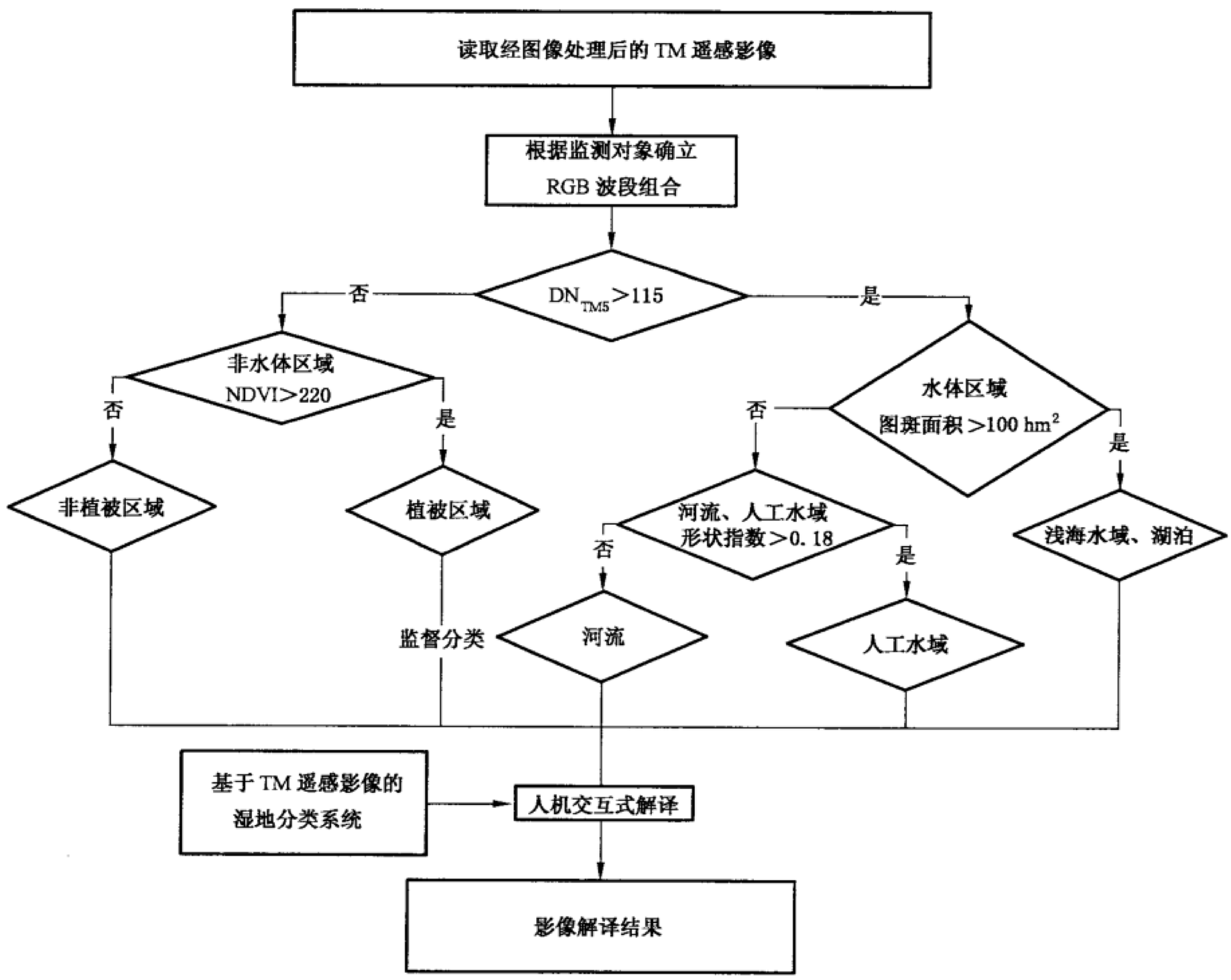


图2 影像解译流程

学兔兔 www.bzfxw.com

7.4 结果修正

采用上述方法分类后，仍然存在小部分“错分”或“漏分”的现象，需要对分类结果进行修正：

a) 影像分类后出现的小于 6×6 个像元的细碎图斑，与相邻面积最大的图斑进行合并；

b) 光谱混淆明显造成错分的湿地类型，直接进行目视判读修改；

c) 借助相关资料，修正分类结果。

8 精度检验与评价

8.1 精度检验

对解译影像进行精度检验时，选择采用如下两种方法：

a) 选取未进行样本训练的外业调查样本点用于精度验证；

b) 通过接收时间接近的更高精度遥感数据或其他来源的湿地分类结果进行检验。分别对每个类别进行随机抽样，每个类别的抽样点不少于 50 个。

8.2 精度评价

建立误差矩阵，按式(1)、式(2)和式(3)分别计算总体分类精度 p_c、用户精度 p_{u_i} 和制图精度 p_{A_j}，要求精度达到 90%以上。

$$p_c = \sum_{k=1}^{n} p_{kk} / p \qquad \cdots\cdots(1)$$

$$p_{u_i} = p_{ii} / p_{i+} \qquad \cdots\cdots(2)$$

$$p_{A_j} = p_{jj} / p_{+j} \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：

n ——类别的数量；

p ——样本总数；

p_{i+} ——分类所得到的第 i 类的总和(等于 $\sum_{j=1}^{n} p_{ij}$)；

p_{+j} ——实际观测到的第 j 类的总和(等于 $\sum_{i=1}^{n} p_{ij}$)；

p_{ij} ——分类数据类型中第 i 类和实测数据类型中第 j 类所占的组成成分。

8.3 质量检查

通过双轨制作业，采取一人区划解译，另一人复核解译方式进行，提高目视判读的一致率，对有异议的分类图斑类型通过共同解译分析达到一致意见，如若不能达成统一解译意见，必须到实地核查，最终使两位解译人员的解译结果一致率达到 90%以上。对于室内解译有疑问的图斑需到实地核实修正。

8.4 实地验证

室内解译经检查合格后，采用抽样方法选择部分图斑进行实地验证。实地验证的图斑数不少于图斑总数的 5%(不低于 50 个)，并按照各湿地类型解译的面积比例分配，同时每个类型不少于 5 个图斑。在每个类型内，按照图斑面积大小比例不等选取。正判率达到 90%以上为合格。

学兔兔 www.bzfxw.com

9 统计制图

9.1 制图

9.1.1 遥感影像图

9.1.1.1 对校正后的影像按1∶100 000进行分幅，分幅标准按GB/T 13989—1992执行。

9.1.1.2 加载特定的用地图符号表示的行政界线以及文字标注，叠加公里格网、坐标、比例尺等地图整饰信息，图廓整饰内容按GB 15968—2008执行。

9.1.2 基本图

9.1.2.1 利用符合精度要求的国家基本比例尺地形图编制底图。

9.1.2.2 叠加编图要素，包括各种境界线、道路、居民点、独立地物、地貌（山脊、山峰、陡崖等）、水系、地类、注记等，制作成1∶50 000～1∶100 000基本图，制作方式按GB/T 13923—2006完成。

9.1.3 湿地资源分布图

以1∶100 000地理基础地图为底图绘制监测区湿地资源分布图。根据不同湿地类型注记与着色。制作方式按GB/T 18317—2001完成。

9.2 统计

9.2.1 面积量算

9.2.1.1 采用GIS软件对图斑进行面积量算。

9.2.1.2 面积量算以ha为单位，精确到0.01。

9.2.1.3 图斑理论面积与实际面积误差范围不得大于理论面积的1/400。面积应平差到每个图斑，平差后差值应赋予图中面积最大的图斑。

9.2.2 数据统计

按照监测区域统计出各湿地类型种类及其面积。

学兔兔 www.bzfxw.com

附　录　A
（规范性附录）
基于 TM 遥感影像的湿地分类系统及编码表

表 A.1

1 级	2 级	3 级	4 级	说明
自然湿地(01)	近海/海岸湿地(0101)	浅海水域(010101)		低潮 6 m 以下的浅水域，底部基质为无机部分组成，植被盖度<30%的区域。包括海湾、海峡
		潮下水生层(010102)		海洋潮下，湿地底部基质为有机部分组成，植被盖度≥30%，包括海草层、海草、热带海洋草地。植被盖度<30%泥滩、岩石、沙滩
		珊瑚礁(010103)	珊瑚礁岛屿(01010301)	基质由珊瑚聚集生长而成的浅海湿地岛屿
			珊瑚礁海域(01010302)	基质由珊瑚聚集生长而成的浅海海域
		岩石海岸(010104)	近海岩石性岛屿(01010401)	底部基质 75%以上石头和砾石，<30%的植被覆盖，岩石性沿海岛屿
			海岩峭壁(01010402)	底部基质 75%以上是石头和砾石，<30%的植被覆盖的近海岩石峭壁
		沙石沙滩(010105)		由砂质或沙石组成的，植被盖度<30%的疏松海滩
		淤泥质海滩(010106)		由淤泥质组成的植被盖度<30%的泥/沙海滩
		潮间盐水沼泽(010107)	芦苇沼泽(01010701)	潮间地带形成的植被盖度≥30%芦苇盐水草地
			茅草沼泽(01010702)	潮间地带形成的植被盖度≥30%茅草盐水草地
			碱蓬沼泽(01010703)	潮间地带形成的植被盖度≥30%碱蓬盐水草地
			米草沼泽(01010704)	潮间地带形成的植被盖度≥30%米草盐水草地
		红树林(010108)		由红树植物为主组成的潮间沼泽
		河口(010109)	河口水域(01010901)	从近口段的潮区界(潮差为零)至口外海滨段的淡水舌锋缘之间的永久性水域
			三角洲/沙洲/沙岛(01010902)	河口系统四周冲积的泥/沙滩，沙洲、沙岛(包括水下部分)植被盖度<30%
		海岸性湖泊(010110)	海岸性咸水湖泊(01011001)	地处海滨区域有一个或多个狭窄水道与海相通的湖泊，包括海岸性咸淡水或盐水湖
			海岸性淡水湖泊(01011002)	起源于泻湖，但已经与海隔离后演化而成的淡水湖泊

学兔兔 www.bzfxw.com

表 A.1（续）

1 级	2 级	3 级	4 级	说明
自然湿地（01）	河流湿地（0102）	永久性河流（010201）		常年有河水径流的河流，仅包括河床部分
		季节性河流或间隙性河流（010202）	季节性河流（01020201）	一年中季节性（雨季）有水径流的河流
			间隙性河流（01020202）	一年中间隙性有水径流的河流
		洪泛平原湿地（010203）		河水时常泛滥淹没的河流两岸地区
	湖泊湿地（0103）	淡水湖（010301）		由淡水组成的永久性湖泊
		咸水湖（010302）		由咸淡水或咸水组成永久性湖泊
	沼泽湿地（0104）	草本沼泽（010401）	芦苇沼泽（01040101）	由水生和沼生芦苇组成优势群落的淡水沼泽
			苔草沼泽（01040102）	由水生和沼生苔草组成优势群落的淡水沼泽
			沼泽化草甸（01040103）	包括分布在平原地区的沼泽化草甸以及高山和高原地区具有高寒性质的沼泽化草甸、冻原池塘、融雪形成的临时水域
		灌丛沼泽（010402）		以灌丛植物为优势群落的淡水沼泽
		森林沼泽（010403）		以乔木森林植物为优势群落的淡水沼泽
		内陆盐沼（010404）	盐碱沼泽（01040401）	受盐水影响，生长盐生植被的沼泽
		地热湿地（010405）	温泉沼泽（01040501）	由地热矿泉水补给为主的沼泽
		淡水泉/绿洲湿地（010406）		由露头地下泉水补给为主的沼泽
人工湿地（02）	灌溉地（0201）	稻田/冬水田（020101）		能种植一季、两季、三季的水稻田或者是冬季蓄水或浸湿状的农田
	人工水域（0202）	水库（020201）		为蓄水和发电而建造的，面积大于 8 hm^2 的人工湿地
		运河、输水河（020202）		为输水或水运而建造的人工河流湿地
		养殖塘（020203）		以水产养殖为主要目的修建的人工湿地
		灌溉用沟、渠（020204）		以灌溉为主要目的修建的沟、渠
		盐田（020205）		蒸发法制取海盐的场地

附　录　B
（资料性附录）
基于 TM 遥感影像的湿地解译标志表

表 B.1

一级分类	二级分类	三级分类	四级分类	影像	合成波段(RGB)	影像特征		
						形状	色调	纹理
自然湿地	近海/海岸湿地	浅海水域			543	水陆交界，边界明显，形状呈不规则自然状态，位于海域部分	蓝色/深蓝色	细腻
		潮下水生层			543	水陆交界，边界明显，形状呈自然状态，位于海域部分	蓝色/深蓝色，偏红色色调	细腻
		珊瑚礁	珊瑚礁岛屿		421	块状，其周边是环状特征	多呈红色色调	较为均一
			珊瑚礁海域		421	边界逐渐过渡，一般围绕岛屿	浅蓝色色调	有影纹
		岩石海岸	近海岩石性岛屿		321	形状不规则，边界清晰	黄褐色/淡褐色，夹杂绿色	粗糙
			海岩峭壁		321	水陆交界，边界明显，自然曲线	黄褐色/淡褐色，夹杂白色	粗糙
		沙石沙滩			543	水陆交界或海域之中斑块状分布，边界明显，自然曲线	黑绿色，斑块内部蓝色水体条带切割	较为均一
		淤泥质海滩			543	水陆交界，边界明显，自然曲线	蓝褐色，偶夹杂蓝紫色条带状斑块	细腻
		潮间盐水沼泽	芦苇沼泽		543	几何形状明显，边界清晰	墨绿/鲜绿色	呈粗糙的颗粒状
			茅草沼泽		543	斑块状，边界逐渐过渡，不清晰	黄褐色/淡褐色	比较均匀
			碱蓬沼泽		543	斑块状分布，边界不规则，过渡状	蓝紫色/深紫色，内部色调均匀	均一
			米草沼泽		543	边界不规则，过渡状，形状不规则，沿海岸条带状分布	砖红色/红褐色，偶见蓝色曲线条穿插其中	较为均一

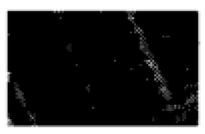
表 B.1（续）

一级分类	二级分类	三级分类	四级分类	影像	合成波段(RGB)	影像特征		
						形状	色调	纹理
自然湿地	近海/海岸湿地	红树林			432	边界清楚、容易辨认，涨潮时唯有红树林树冠不能被淹没，因而涨潮时其遥感红外波段仍较强的反射	深品红色或紫红色，盖度较大的，呈红色或鲜红色	较规则
		河口	河口水域		543	出河口沿海岸带延伸，总体呈三角分布，逐渐过渡到海水水体	呈深蓝色，带条状分布的黑色	较均一，致密，无纹理
			三角洲/沙洲/沙岛		543	沿海岸带分布在河口两侧，呈带状，位于陆地一侧	浅绿色/浅褐色	细腻，无纹理
		海岸湖泊	海岸性咸水湖泊		432	靠近海岸向海一侧，一般呈带状分布	浅蓝色	细腻
			海岸性淡水湖泊		543	水陆交界处边界十分明显，形状不规则呈自然状态	黑色	均一，无纹理
	河流湿地	河流	永久性、季节性、间隙性河流		543	流线状弯曲，长条状，局部边界平直规则	蓝黑色/深蓝色/天蓝色	内部均一
		洪泛平原湿地			432	沿江河分布，密布于河网之间，大多在平原地区	呈浅红色，夹杂浅蓝色斑点	内部较均一，无纹理
	湖泊湿地	淡水湖泊			432	水陆交界处边界明显，无规则形状，呈自然弯曲	黑色/蓝黑色	纹理均一
		咸水湖泊			321	分布较形成机理不同而区域差别很大，但一般较集中	蓝色/蓝黑色	均一，无纹理

表 B.1（续）

一级分类	二级分类	三级分类	四级分类	影像	合成波段(RGB)	影像特征		
						形状	色调	纹理
自然湿地	沼泽湿地	草本沼泽	芦苇沼泽		432	斑块状分布，边界不规则，过渡状	红色/红褐色	粗糙
			苔草沼泽		432	分布在河流沿岸及平原上的低洼地几何形状特征明显，边界清晰	浅绿色/墨绿色	细腻
			沼泽化草甸		432	分布在波状平原、湖成低洼地、平地和坨甸相间的甸子地	红色/黄色/褐色/绿色	较均一，致密，无纹理
		灌丛沼泽			432	边界模糊，点状分布	红色/黄色/褐色/绿色	粗糙
		森林沼泽			432	边界清晰，图斑呈块状，周围具有沼泽特征	深红色或鲜红色，盖度较大的，有零星浅绿色/墨绿色等沼泽颜色特征	细腻，结构均一
		内陆盐沼	盐碱沼泽		432	呈斑块状	白色/灰色/灰绿色	细腻
		地热湿地	温泉沼泽		432	边界模糊，周边一般有山体怀抱	蓝绿色/亮绿色	均一，致密，有一定纹理
		淡水泉/绿洲湿地			432	斑块状，边界逐渐过渡，几何形状明显，边界清晰	浅绿色/蓝黑色	粗糙
人工湿地	灌溉地	稻田/冬水田			432	几何形状明显，边界清晰。田块较大，有渠道灌溉设施。多呈大面积分布；山区河谷平原、丘陵区田块较小	深绿色、浅蓝色(春)、粉红色(夏)、绿色与橙色相间（收割后）	较均一
	人工水域	水库			543	几何形状明显，大多为规则矩形或多边形，边界平直	深蓝色，色调均匀(无植被覆盖)，部分在边界附近出现淡紫色斑块（植被）	均一

表 B.1（续）

一级分类	二级分类	三级分类	四级分类	影像	合成波段(RGB)	影像特征		
						形状	色调	纹理
人工湿地	人工水域	运河/输水河			432	平直，边界清晰，多与湖泊和河流相连，沿线多有城镇，有一定宽度	蓝色/深蓝色、黑色	清晰，结构均一
		养殖塘			543	几何形状明显，呈规则条带或面状，内部堤坝网格明显	水深由浅至深分别为浅蓝色、蓝色、深蓝色，斑块内部色调均匀	均一
		灌溉用沟/渠			432	平直，边界清晰，常常贯穿于农田之间，较窄	呈浅蓝色或深灰色	呈格网状分布
		盐田			543	几何特征明显，呈大面积面状分布，方格状连片分布	蓝色/深蓝色、绿色、橙黄色小块相混杂	粗糙

参 考 文 献

[1] Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat. Ramsar, Iran,1971.

[2] 国家林业局《湿地公约》履约办公室.湿地公约履约指南[M].北京:中国林业出版社,2001.

中华人民共和国林业
行业标准
基于TM遥感影像的湿地资源监测方法
LY/T 2021—2012
*
中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销
*
开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 27 千字
2012年6月第一版 2012年6月第一次印刷
*
书号:155066·2-23708

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

LY/T 2021-2012