

ICS 07.040  
CCS A 75  
备案号: XXXX—XXXX



中华人民共和国测绘行业标准化指导性技术文件

CH/Z XXXX—202X

# 湖泊水域面积及流域植被覆盖变化监测技术规范

Technical specification for lake basin water area and vegetable cover change monitoring

(报批稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布



## 目 次

前言.....	III
引言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总则.....	2
4.1 空间基准.....	2
4.2 数据源.....	2
4.3 数据处理.....	3
4.4 其他应用处理.....	3
4.5 成果要求.....	3
5 湖泊水域面积监测.....	4
5.1 监测内容.....	4
5.2 技术路线.....	4
5.3 监测方法.....	5
5.4 质量控制.....	9
5.5 成果提交.....	10
6 流域植被覆盖监测.....	12
6.1 监测内容.....	12
6.2 技术路线.....	13
6.3 监测方法.....	13
6.4 质量控制.....	18
6.5 成果提交.....	18
附录 A（规范性）湖泊水域面积及流域植被覆盖变化监测图图样.....	21
A.1 湖泊水域面积监测图样.....	21
A.2 流域植被覆盖监测图样.....	22

A.3 流域植被长势等级图图样.....	23
参考文献.....	24

## 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出并归口。

本文件起草单位：江西省基础地理信息中心、自然资源部测绘标准化研究所、武汉大学、湖北大学、江西省遥感信息系统中心。

本文件主要起草人：廖明伟、刘海、廖明、钟滨、严竞新、甘田红、解修平、吴桐、陈晓玲、方圣辉、史文中、廖永皓、方豫。

## 引言

湖泊水域与流域植被是湖泊流域可持续发展的关键，传统的湖泊流域监测以实地采样测量，结合在河口湖口等关键节点设置观测站为主，囿于成本，实地采样的时间分辨率低、观测站点虽然能持续观测但点位分布稀疏。近年来，随着无线传感器技术的发展和多源遥感平台的日益丰富，构建空天地一体化的传感网对湖泊流域进行动态监测成为现实。各式环境监测传感器在全球范围内被广泛部署，用来可持续感知和获取时空分辨率越来越高的湖泊流域变化过程的实时观测数据。但之前的标准编制受制于遥感影像分辨率低、监测目标单一、指标获取技术相对落后等问题，对于湖泊水域面积及流域植被覆盖综合监测开展的不多，尚未形成一套科学、实用的遥感监测技术规范。本规范从技术设计、数据准备、数据预处理、信息提取、精度验证、分析计算、成果制作等方面对相关内容进行了规定，以满足湖泊水域面积及流域植被覆盖变化监测的需要。

# 湖泊水域面积及流域植被覆盖变化监测技术规范

## 1 范围

本文件规定了湖泊水域面积与流域植被覆盖变化遥感监测的技术设计、数据准备、数据预处理、信息提取、精度验证、分析计算、成果制作等技术要求。

本文件适用于淡水湖泊水域面积与流域植被覆盖变化监测，咸水湖泊流域相应监测可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 15968 遥感影像平面图制作规范

GB/T 18316 数字测绘成果质量检查与验收

GB/T 13989 国家基本比例尺地形图分幅和编号

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**湖泊流域** lake basin

多层级的复合生态系统，由丘陵山地、河流水系和大型湖泊等要素构成独立完整的流域自然地理单元，一般具有多层级的复合生态系统特性。

### 3.2

**湖泊水域** lake water

水域是指江河、湖泊、运河、渠道、水库、水塘及其管理范围和水工设施。湖泊水域则是指湖泊流域内的主要湖泊，其水面与水底的一定范围。

### 3.3

**湖泊湿地** lake wetland

湿地是指介于纯陆地生态系统与纯水生生态系统之间的一种生态环境，既不同于相邻的陆地与水体环境，又高度依赖于相邻的陆地与水体环境。湖泊湿地则是指湖泊岸边或浅湖发

生沼泽化过程而形成的湿地。

### 3.4

#### 消落区 water-level fluctuation zone (WLFZ)

由于人为水文调控或自然降雨在时间尺度上的不均匀发生,形成了水域长期或者阶段性的水位涨落,导致周期性被淹没和出露的水陆生态系统交错区域。通常将水域最高水位线与最低水位线之间的区域界定为消落区。在消落区中,受水位涨落影响,一部分被水体淹没,称为淹没区,另一部分出露地表,称为落干区。

### 3.5

#### 流域植被 basin vegetation

植被是指以多年生木本植物为主体构成的植物群落,包括乔木林、竹林、红树林、灌木林以及疏林地、未成林地、采伐迹地等土地上生长的乔木、灌木、草本和地被物。流域植被则是指湖泊流域内的植被。

## 4 总则

### 4.1 空间基准

大地基准应采用 2000 国家大地坐标系 (CGCS2000)。采用依法批准的相对独立的平面坐标系统时,应与 CGCS2000 建立联系。

高程系统应采用 1985 国家高程基准。

### 4.2 数据源

#### 4.2.1 地形数据

数据源的选择应以 1:10 000 和 1:50 000 数字高程模型数据为主,根据监测需求也可选用大比例尺的数字高程模型数据。

#### 4.2.2 遥感数据

遥感影像分辨率划分见表 1。

表 1 遥感影像空间分辨率

(单位为米)

	低空间分辨率	中空间分辨率	高空间分辨率
空间分辨率	>100	10-100	<10

遥感影像的选取宜符合下列要求:

- a) 重点区域可选取多信息源融合后的影像；
- b) 影像的时相应逐月获取；
- c) 单景影像中云层覆盖应少于 5%；
- d) 宜用无人机遥测等方式弥补遥感数据时效性较差的问题。

#### 4.2.3 行业部门数据

主要包括国土调查数据、地理国情普查数据中的地表覆盖数据、水文监测数据等。

#### 4.2.4 控制点资料

主要包括已有的地形图和控制点成果资料，以及 GNSS 设备到实地采集的控制点坐标资料。

### 4.3 数据处理

#### 4.3.1 影像合成

可根据实际需求，将低分辨率的多光谱影像与高分辨率的单波段影像重采样生成高分辨率多光谱影像遥感的图像，使得处理后的影像有较高的空间分辨率，以保证监测的精度要求。

#### 4.3.2 影像辐射校正

宜对影像进行辐射校正，可采用绝对辐射校正方法和相对辐射校正法进行校正。

#### 4.3.3 影像几何纠正

由于使用目的不同或投影及比例尺的不同，宜对影像进行几何纠正，在校正时，一般选取图像上易分辨且较精细的特征点，如道路交叉点，建筑物或构筑物的边角等，控制点尽量满幅均匀选取。宜采取中误差、极限误差和相对误差作为精度评价的指标。以 2 倍中误差为极限误差。

### 4.4 其他应用处理

最小图斑采集面积依据不同空间分辨率的遥感影像确定，对应关系见表 2。

表 2 最小图斑采集面积与影像空间分辨率对应关系表

影像空间分辨率 (m)	<0.5	<1.0	<2.5	<5.0	<10.0
最小图斑采集面积 (m <sup>2</sup> )	100	375	1500	9375	37500

监测时间和频率宜采用逐月监测，也可选择逐季度监测或逐年监测。

### 4.5 成果要求

湖泊水域面积及流域植被覆盖变化监测成果应包括文档成果、数据成果、图件成果。图件成果应按照 GB/T 15968 与 GB/T 13989，以及附录 A 的相关要求和方法进行制作。

## 5 湖泊水域面积监测

### 5.1 监测内容

#### 5.1.1 湖泊水域面积动态变化监测

湖泊水域面积动态变化监测内容包括：各月水域面积（最大、最小水域面积）、各季度水域面积（最大、最小水域面积）、年水域面积（最大、最小水域面积）、平均水域面积（年、季度、月平均水域面积）、多年各月水域面积（最大、最小水域面积）、多年各季度水域面积（最大、最小水域面积）、多年年水域面积（最大、最小水域面积）、多年平均水域面积（年、季度、月平均水域面积）。

#### 5.1.2 湖泊消落区面积动态变化监测

湖泊消落区动态变化监测内容包括：消落区面积、各月落干区面积（最大、最小落干区面积）、各季度落干区面积（最大、最小落干区面积）、年落干区面积（最大、最小落干区面积）、平均水域面积（年、季度、月平均落干区面积）、多年各月落干区面积（最大、最小落干区面积）、多年各季度落干区面积（最大、最小落干区面积）、多年年落干区面积（最大、最小落干区面积）、多年平均落干区面积（年、季度、月平均落干区面积）。

#### 5.1.3 湖泊湿地面积动态变化监测

湖泊湿地面积动态变化监测内容包括：各月湿地面积（最大、最小湿地面积）、各季度湿地面积（最大、最小湿地面积）、年湿地面积（最大、最小湿地面积）、平均湿地面积（年、季度、月平均湿地面积）、多年各月湿地面积（最大、最小湿地面积）、多年各季度湿地面积（最大、最小湿地面积）、多年年湿地面积（最大、最小水域面积）、多年平均湿地面积（年、季度、月平均湿地面积）、湖泊湿地率、湿地退化率。

### 5.2 技术路线

湖泊水域监测技术流程图见图1，各环节要求见5.3、5.4、5.5。

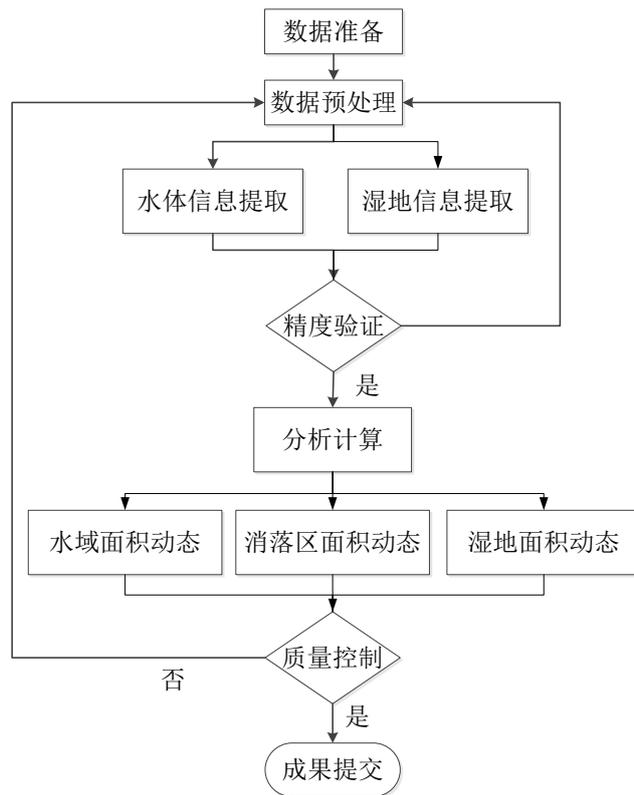


图 1 湖泊水域面积监测技术路线图

### 5.3 监测方法

#### 5.3.1 数据准备

遥感影像应依据湖泊水域面积成图比例尺的差异采用不同空间分辨率的遥感数据,对于大比例尺(1: 500、1: 1 000、1: 2 000、1: 5 000和1: 10 000)区域采用中高空间分辨率的遥感数据,小比例尺(1: 250 000、1: 500 000、1: 1 000 000)区域采用中低空间分辨率的遥感数据。

数字高程模型应依据湖泊水域面积成图比例尺的差异采用不同空间分辨率的数字高程模型,对于大比例尺区域采用中高空间分辨率的数字高程模型,小比例尺区域采用中低空间分辨率的数字高程模型。

其它数据应收集所监测湖泊历史及当前水文监测数据、土地覆被数据、基础地理信息数据等。

#### 5.3.2 数据预处理

数据预处理应满足如下要求:

- a) 应进行过大气校正, 辐射校正, 地形的阴影校正, 投影校正和影像镶嵌与融合;

- b) 应裁剪监测区域图像;
- c) 应基于水文监测数据, 获得湖泊水域最高、最低水位信息;
- d) 应基于基础地理信息数据, 获取湖泊水域空间分布信息。

### 5.3.3 面积提取

根据所选影像湖泊水体特征构建水体面积提取方法, 提取湖泊水体面积信息; 然后, 对提取的水体信息进行校核和修正。

根据所选影像湖泊湿地特征构建湿地提取方法, 提取湖泊湿地范围信息; 对提取的湖泊湿地范围进行校核和修正。

### 5.3.4 精度验证

湖泊水体信息提取结果的精度及可靠性检验应以野外验证、影像验证、水文预报数据验证为主。野外验证应在遥感影像判读区域抽取一定数据的样区, 应到样区实地去核实提取的水体信息的正确性与完整性。影像验证应以更高分辨率数据为参考数据, 在验证区域逐水域进行比较, 验证水体提取的正确性与完整性。水文预报数据验证以统计修正后遥感影像提取的湖泊水域面积, 通过设置合理的水域面积浮动区间, 与水利部门公布的水文预报数据对比, 在区间范围内即可接受为准确的水域面积提取结果。

湖泊湿地面积动态监测精度验证方法及可靠性检验应以地面验证、影像验证为主。

野外验证。采样点布设: 采样点应能覆盖所需的监测和评价范围, 除特殊需要(因地形、水深和监测目标所限制外), 所有采样点应在监测范围内均匀布设, 可采用网格式、断面或梅花式等布设方式以便确定监测要素的分布趋势。监测时间和频率: 一年内调查频率应不少于 4 次, 分别在春、夏、秋、冬四季各开展一次调查监测。

影像验证。使用随机点生成工具随机产生样本点(均匀分布在整个监测区), 利用高分辨率影像验证湿地提取结果, 对结果进行逐个验证, 利用误差矩阵进行分类精度评价。

野外验证与影像验证的评价指标包括分类总精度和 Kappa 系数, 见公式(1)。

$$K = \frac{N \times \sum_i^r x_{ii} - \sum(x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum(x_{i+} \times x_{+i})} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$K$ ——Kappa 系数;

$r$ ——误差矩阵的行数;

$x_{ii}$ ——误差矩阵  $i$  行  $i$  列（主对角线）上的分类预测值；

$x_{i+}$ 、 $x_{+i}$ ——分别是第  $i$  行的和与第  $i$  列的和；

$N$ ——样本点数。

$\kappa$  计算结果为-1 至 1 之间，但通常  $\kappa$  是落在 0 至 1 之间，可分为五组来表示不同级别的一致性:0.0~0.20 极低的一致性(slight)、0.21~0.40 一般的一致性(fair)、0.41~0.60 中等的一致(moderate)、0.61~0.80 高度的一致性(substantial)和 0.81~1 几乎完全一致(almost perfect)。

### 5.3.5分析计算

分析计算过程如下：

a) 动态水域面积。

基于研究时段能获取的遥感数据，提取序列动态水域面积。

b) 平均水域面积。

对研究时段内的每月、季度、年求取对应月、季度、年的水域面积，对于某一监测时段的多个观测数据，以多个水域面积监测结果的平均值作为该时段的水域面积。淹没区和落干区的面积可参考水域面积动态变化分析的监测指标，指标计算见公式（2）。

$$\overline{S}_m = \frac{\sum_i^n S_{mi}}{n}, \quad \overline{S}_q = \frac{\sum_i^n S_{qi}}{n}, \quad \overline{S}_y = \frac{\sum_i^n S_{yi}}{n} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\overline{S}_m$ 、 $\overline{S}_q$ 、 $\overline{S}_y$ ——分别为  $m$  月、 $q$  季和  $y$  年的湖泊平均水域面积；

$n$ ——当月（季、年）湖泊水域遥感监测的次数；

$S_{mi}$ 、 $S_{qi}$ 、 $S_{yi}$ ——分别为  $m$  月、 $q$  季和  $y$  年中第  $i$  次监测的湖泊面积。

c) 最大水域面积计算公式见公式（3）~公式（5）。

$$S'_m = \text{Max}\{S_{m1}, S_{m2}, \dots, S_{mi}, S_{mn}\} \dots\dots\dots (3)$$

$$S'_q = \text{Max}\{S_{q1}, S_{q2}, \dots, S_{qi}, S_{qn}\} \dots\dots\dots (4)$$

$$S'_y = \text{Max}\{S_{y1}, S_{y2}, \dots, S_{yi}, S_{yn}\} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$S'_m$ 、 $S'_q$ 、 $S'_y$ ——分别为  $m$  月、 $q$  季和  $y$  年的最大水域面积；

$n$ ——当月（季、年）湖泊水域遥感监测的次数；

$S_{mi}$ 、 $S_{qi}$ 、 $S_{yi}$ ——分别为  $m$  月、 $q$  季和  $y$  年中第  $i$  次监测的湖泊面积。

d) 最小水域面积计算公式见公式（6）~公式（8）。

$$S_m'' = \text{Min}\{S_{m1}, S_{m2}, \dots, S_{mi}, S_{mn}\} \dots\dots\dots (6)$$

$$S_q'' = \text{Min}\{S_{q1}, S_{q2}, \dots, S_{qi}, S_{qn}\} \dots\dots\dots (7)$$

$$S_y'' = \text{Min}\{S_{y1}, S_{y2}, \dots, S_{yi}, S_{yn}\} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$S_m''$ 、 $S_q''$ 、 $S_y''$ ——分别为  $m$  月、 $q$  季和  $y$  年的最小水域面积；

$n$ ——当月（季、年）湖泊水域遥感监测的次数；

$S_{mi}$ 、 $S_{qi}$ 、 $S_{yi}$ ——分别为  $m$  月、 $q$  季和  $y$  年中第  $i$  次监测的湖泊面积。

e) 湖泊消落区与落干区面积。

基于历史水文站监测数据，获取湖泊历史最高水位对应的湖泊最大水域与最低水位对应的湖泊最小水域，计算湖泊消落区。结合湖泊消落区与遥感监测的湖泊水域，计算落干区面积，具体见公式（9）和公式（10）。

$$WLFZ = \{cell | cell \in R_H \cap cell \notin R_L\} \dots\dots\dots (9)$$

$$DA = \{cell | cell \in R_H \cap cell \notin R\} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

WLFZ——消落区；

cell——遥感影像的栅格像元；

$R_H$ ——湖泊最大水域；

$R_L$ ——湖泊最小水域；

DA——湖泊消落区中的落干区；

R——遥感监测的湖泊水域。

f) 湖泊湿地面积

提取湖泊湿地后，对提取结果进行空间分析，计算湖泊湿地面积，获取湖泊湿地面积动态变化信息。

湖泊湿地构成有以下情况：

若湖泊周围有堤坝，则将堤坝范围内的洲滩等统计为湖泊湿地；

若湖泊周围没有堤坝，则将湖泊在调查期间的多年平均最高水位与湖泊当前水位所覆盖的范围统计为湖泊湿地；若湖泊浅水区生长有挺水植物，则将调查期间的多年平均最高水位与水深不超过2米的挺水植物所覆盖的范围统计为湖泊湿地。

湖泊湿地率（湖泊湿地面积占湖泊面积的比率）计算见公式（11）；湖泊湿地面积退化率（减少的面积占原始面积的百分比）计算见公式（12）。

$$c = \frac{S}{A} * 100\% \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$e = \frac{S - S'}{S} * 100\% \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$c$ ——湿地率；

$A$ ——湖泊流域面积；

$e$ ——湿地退化率；

$S'$ ——湿地现有面积；

$S$ ——湿地原始面积。

#### 5.4 质量控制

质量控制应满足如下要求：

a) 对影像质量进行检查，影像的质量和现势性应满足要求，影像要清晰，无大面积噪声，条纹及云雾；

b) 对影像预处理质量进行检查，包括影像纠正精度检查及接边精度检查；

c) 对信息提取结果精度进行检查，应对监测区信息提取结果采用随机抽样的方法选取验证点，利用水文预报数据及混淆矩阵进行分类精度评价，计算Kappa指数；

d) 对专题图图幅设计进行检查，判断其是否合理，完整，图面表达是否清晰、明确、合理；

- e) 对数据格式、命名、属性信息进行检查，判断其是否正确；
- f) 对计算方法和统计结果进行检查，判断其是否合理；
- g) 对文档编写结构、内容进行检查，判断其是否完善；

质量评定应依据质量控制具体要求，按照GB/T 18316中的相关要求和方法进行。

## 5.5 成果提交

### 5.5.1 成果内容

湖泊水域面积监测主要应包括文档成果、数据成果、图件成果。

### 5.5.2 文档成果

文档成果应包括但不限于如下内容：

- 1) 湖泊水域面积监测实施方案；
- 2) 湖泊水域面积监测报告。

### 5.5.3 数据成果

数据成果应包括但不限于如下内容：

#### 1) 湖泊水域面积变化矢量数据集

湖泊水域面积变化矢量数据集应包括：各月水域面积（最大、最小水域面积）矢量数据、各季度水域面积（最大、最小水域面积）矢量数据、年水域面积（最大、最小水域面积）矢量数据、平均水域面积（年、季度、月平均水域面积）矢量数据、多年各月水域面积（最大、最小水域面积）矢量数据、多年各季度水域面积（最大、最小水域面积）矢量数据、多年年水域面积（最大、最小水域面积）矢量数据。

#### 2) 湖泊消落区面积变化矢量数据集

湖泊消落区面积变化矢量数据集应包括：消落区面积矢量数据、各月落干区面积（最大、最小落干区面积）矢量数据、各季度落干区面积（最大、最小落干区面积）矢量数据、年落干区面积（最大、最小落干区面积）矢量数据、平均水域面积（年、季度、月平均落干区面积）矢量数据、多年各月落干区面积（最大、最小落干区面积）矢量数据、多年各季度落干区面积（最大、最小落干区面积）矢量数据、多年年落干区面积（最大、最小落干区面积）矢量数据。

#### 3) 湖泊湿地面积变化矢量数据集

湖泊湿地面积变化矢量数据集应包括：各月湿地面积（最大、最小湿地面积）矢量数据、各季度湿地面积（最大、最小湿地面积）矢量数据、年湿地面积（最大、最小湿地面积）矢量数据、平均湿地面积（年、季度、月平均湿地面积）矢量数据、多年各月湿地面积（最大、最小湿地面积）矢量数据、多年各季度湿地面积（最大、最小湿地面积）矢量数据、多年年湿地面积（最大、最小湿地面积）矢量数据。

#### 5.5.4 图件成果

图件成果应包括但不限于如下内容：

##### 1) 湖泊水域面积变化监测图

湖泊水域面积变化监测图应包括：各月水域面积（最大、最小水域面积）矢量数据制作各月水域面积（最大、最小水域面积）监测图、各季度水域面积（最大、最小水域面积）矢量数据制作各季度水域面积（最大、最小水域面积）监测图、年水域面积（最大、最小水域面积）矢量数据制作各季度水域面积（最大、最小水域面积）监测图、多年各月水域面积（最大、最小水域面积）矢量数据制作多年各月水域面积（最大、最小水域面积）监测图、多年各季度水域面积（最大、最小水域面积）矢量数据制作多年各季度水域面积（最大、最小水域面积）监测图、多年年水域面积（最大、最小水域面积）矢量数据制作多年年水域面积（最大、最小水域面积）监测图。

图面基本内容应包括：各类水域面积监测图应包括各类水域面积范围线；此外，各监测区若跨越省、或市、或县三级行政区，还应包括监测区省、或市、或县行政界线；监测图还应包括图廓整饰（图名、图例、监测时段、数据源、经纬网、比例尺、制图时间、制图单位等）。

##### 2) 湖泊消落区面积变化监测图

湖泊消落区面积变化监测图应包括：消落区面积矢量数据制作消落区面积监测图、各月落干区面积（最大、最小落干区面积）矢量数据制作各月落干区面积（最大、最小落干区面积）监测图、各季度落干区面积（最大、最小落干区面积）矢量数据制作各季度落干区面积（最大、最小落干区面积）监测图、年落干区面积（最大、最小落干区面积）矢量数据制作各季度落干区面积（最大、最小落干区面积）监测图、多年各月落干区面积（最大、最小落干区面积）矢量数据制作多年各月落干区面积（最大、最小落干区面积）监测图、多年各季度落干区面积（最大、最小落干区面积）矢量数据制作多年各季度落干区面积（最大、最小

落干区面积)监测图、多年年落干区面积(最大、最小落干区面积)矢量数据制作多年年落干区面积(最大、最小落干区面积)监测图。

图面基本内容应包括:消落区面积监测图应包括消落区面积范围线、各类落干区面积监测图应包括各类落干区面积范围线;此外,各监测区若跨越省、或市、或县三级行政区,还应包括监测区省、或市、或县行政界线;监测图还应包括图廓整饰(图名、图例、监测时段、数据源、经纬网、比例尺、制图时间、制图单位等)。

### 3) 湖泊湿地面积变化监测图

湖泊湿地面积变化监测图应包括:各月湿地面积(最大、最小湿地面积)矢量数据制作各月湿地面积(最大、最小湿地面积)监测图、各季度湿地面积(最大、最小湿地面积)矢量数据制作各季度湿地面积(最大、最小湿地面积)监测图、年湿地面积(最大、最小湿地面积)矢量数据制作各季度湿地面积(最大、最小湿地面积)监测图、多年各月湿地面积(最大、最小湿地面积)矢量数据制作多年各月湿地面积(最大、最小湿地面积)监测图、多年各季度湿地面积(最大、最小湿地面积)矢量数据制作多年各季度湿地面积(最大、最小湿地面积)监测图、多年年湿地面积(最大、最小湿地面积)矢量数据制作多年年湿地面积(最大、最小湿地面积)监测图。

图面基本内容应包括:各类湿地面积监测图应包括各类湿地面积范围线;此外,各监测区若跨越省、或市、或县三级行政区,还应包括监测区省、或市、或县行政界线;监测图还应包括图廓整饰(图名、图例、监测时段、数据源、经纬网、比例尺、制图时间、制图单位等)。

## 6 流域植被覆盖监测

### 6.1 监测内容

#### 6.1.1 植被覆盖动态变化监测

植被覆盖动态变化监测内容包括植被的月、季度、年植被覆盖信息,以及植被变化信息。

#### 6.1.2 植被长势监测

植被长势监测内容包括植被长势等级。

#### 6.1.3 植被物候期监测

植被物候期监测内容包括生长季始期(start of growing season, SOS)、生长季末期(end of growing season, EOS)和生长季长度(Length of growing season, LOS)。

## 6.2 技术路线

植被监测技术流程图见图2，各环节要求见6.3、6.4、6.5。

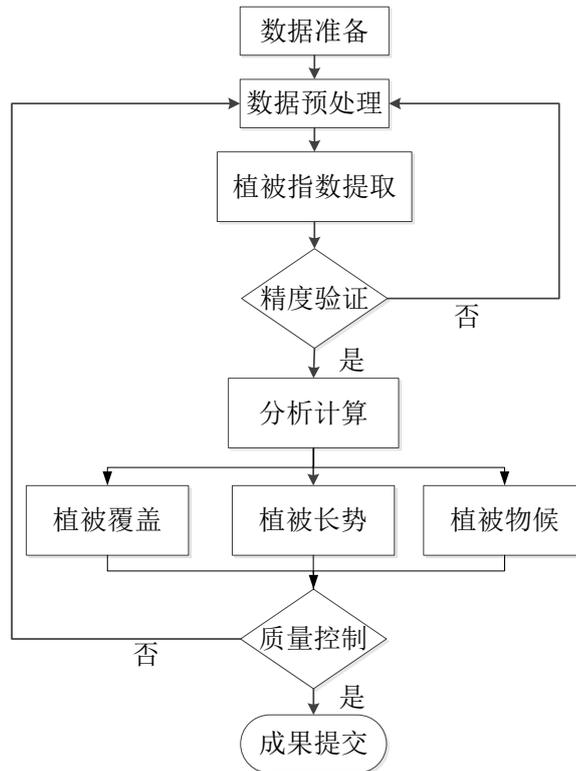


图2 植被监测技术路线图

## 6.3 监测方法

### 6.3.1 数据准备

遥感影像应依据湖泊流域面积成图比例尺的差异采用不同空间分辨率的遥感数据，对于大比例尺（1：500、1：1000、1：2000、1：5000和1：10000）区域采用中高空间分辨率的遥感数据，小比例尺（1：250000、1：500000、1：1000000）区域采用中低空间分辨率的遥感数据。遥感数据可以采用原始遥感数据，也可以直接采用遥感产品。

其它数据应包括土地覆被数据、植物志、植被图、基础地理信息数据等数据。

### 6.3.2 数据预处理

数据预处理应满足如下要求：

a) 应进行过大气校正，辐射校正，地形的阴影校正，投影校正和影像镶嵌与融合；

- b) 应裁剪监测区域图像;
- c) 应基于土地覆被, 获取监测区域植被覆盖区域数据。

### 6.3.3 植被指数提取

归一化植被指数 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) 遥感产品, 可以直接采用遥感产品提取的NDVI; 若遥感数据是原始数据的, 采用公式进行计算提取, NDVI的计算公式见公式 (13):

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \dots\dots\dots (13)$$

式中:

- NIR*——近红外波段;
- R*——红光波段。

### 6.3.4 分析计算

分析计算过程如下:

- a) NDVI时间序列数据重构。

采用云、雪像元反距离加权空间插值与数据平滑多项式滤波相结合的处理模型, 重构NDVI时间序列数据。

- b) 月、季度、年植被覆盖信息。

采用最大值合成法合成月、季度、年尺度的NDVI序列。

- c) 植被变化信息。

采用线性回归分析方法研究监测区域植被覆盖的变化趋势, 可采用Mann-Kendall检验分析变化趋势的显著性:

- 1) 线性回归分析方法

以长时间序列NDVI数据线性拟合得到的斜率值 (Slope) 表达植被覆盖的变化强度和变化趋势, 公式见公式 (14)。

$$Slope = \frac{n \times \left( \sum_{i=1}^n i \times NDVI_i \right) - \left( \sum_{i=1}^n i \right) \left( \sum_{i=1}^n NDVI_i \right)}{n \times \sum_{i=1}^n i^2 - \left( \sum_{i=1}^n i \right)^2} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

- i*——年序号;
- n*——监测年数;

$NDVI_i$ ——任意像元第*i*年的NDVI值。

斜率值的绝对值越大，表示植被的变化强度越大，反之则变化强度越小；斜率值为正，表示植被覆盖呈增加趋势，反之则呈减少趋势。

2)Mann-Kendall检验

用非参数统计检验方法判断植被覆盖变化趋势显著性的计算见公式（15）、公式（16）、公式（17）。

设定  $\{NDVI_k\}$ ,  $k = a, \dots, b$ .

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{s(S)}}, S > 0 \\ 0, S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{s(S)}}, S < 0 \end{cases} \dots\dots\dots (15)$$

其中：

$$S = \sum_{j=1}^{n-1} \sum_{i=j+1}^n \text{sgn}(NDVI_j - NDVI_i)$$

$$\text{sgn}(NDVI_j - NDVI_i) = \begin{cases} 1, NDVI_j - NDVI_i > 0 \\ 0, NDVI_j - NDVI_i = 0 \\ -1, NDVI_j - NDVI_i < 0 \end{cases} \dots\dots\dots (16)$$

$$s(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \dots\dots\dots (17)$$

式中：

$a$ ——监测时段的开始时间；

$b$ ——监测时段的结束时间；

$n$ ——监测时段长度；

$i$ 、 $j$ ——监测时间；

$NDVI_i$ 、 $NDVI_j$ ——像元*i*、*j*时间的NDVI值；

$Z$ ——统计量；

$\text{sgn}$ ——符号函数。

在给定显著性水平  $\alpha$  下，当  $|Z| > \mu_{\alpha/2}$  时，表示研究序列在 $\alpha$ 水平上存在显著的变化，一般分为  $\alpha = 0.05$  和  $\alpha = 0.01$  两种情况。

d) 植被长势等级。

植被的生长态势采用NDVI进行监测。当植被长势监测历史数据积累较少时采用逐年NDVI差值法、比值法，积累较多时采用距平法或条件植被指数法(vegetation condition index, VCI)。

1) 距平法

将当前周/旬/月植被指数与多年同期平均值进行对比计算，用距平百分率反映植被长势，公式见公式(18)。

$$NDVI_a = \frac{(NDVI_1 - \overline{NDVI})}{\overline{NDVI}} \dots\dots\dots (18)$$

式中：

$NDVI_a$ ——植被指数距平百分率；

$NDVI_1$ ——当前周/旬/月植被指数；

$\overline{NDVI}$ ——多年同期植被指数平均值。

2) 条件植被指数法

将当前周/旬/月植被指数与多年同期极值进行对比计算，用条件植被指数反映植被长势情况，公式见公式(19)。

$$VCI = \frac{(NDVI_1 - NDVI_{\min})}{(NDVI_{\max} - NDVI_{\min})} \dots\dots\dots (19)$$

式中：

$VCI$ ——条件植被指数；

$NDVI_{\min}$ ——多年同期植被指数的最小值；

$NDVI_{\max}$ ——多年同期植被指数的最大值。

3) 差值法

将当年周/旬/月植被指数与指定年份的周/旬/月植被指数进行差值对比计算，反映植被长势情况，公式见公式(20)。

$$\Delta NDVI = NDVI_1 - NDVI_2 \dots\dots\dots (20)$$

式中：

$\Delta NDVI$ ——植被指数的差值；

$NDVI_1$ ——当前周/旬/月植被指数；

$NDVI_2$ ——指定年份的周/旬/月植被指数。

#### 4) 比值法

将当年周/旬/月植被指数与指定年份的周/旬/月植被指数进行比值计算，反映植被长势情况，公式见公式（21）。

$$RNDVI = \frac{NDVI_1}{NDVI_2} \dots\dots\dots (21)$$

式中：

$RNDVI$ ——归一化植被指数的比值；

$NDVI_1$ ——当前周/旬/月植被指数；

$NDVI_2$ ——指定年份的周/旬/月植被指数。

植被长势等级划定结合监测区域的天气气候、地理条件、植被类型、生态条件等要素分为5级：好、较好、持平、较差、差，表征当前植被状况与指定时段或历史同期的差异，以评估植被长势。

#### e) 植被物候期监测。

植被物候期遥感监测包括生长季始期(SOS)、生长季末期(EOS)和生长季长度(LOS)监测，常采用比值阈值法。

##### 1) 比值阈值法

比值阈值法计算公式见公式（22）、公式(23)、公式（24）。

$$NDVI_{(SOS)} = (NDVI_{\max} - NDVI_{R\min}) \times 20\% \dots\dots\dots (22)$$

$$NDVI_{(EOS)} = (NDVI_{\max} - NDVI_{F\min}) \times 20\% \dots\dots\dots (23)$$

$$LOS = EOS - SOS \dots\dots\dots (24)$$

式中：

$NDVI_{max}$ ——一年中植被 NDVI 最大值；

$NDVI_{Rmin}$ ——NDVI 上升阶段中的最小值；

$NDVI_{Fmin}$ ——NDVI 下降阶段中的最小值；

$NDVI_{(SOS)}$ ——植被生长开始期的 NDVI；

$NDVI_{(EOS)}$ ——植被生长结束期的 NDVI；

$SOS$ ——生长开始期；

$EOS$ ——生长结束期；

$LOS$ ——生长季长度。

### 6.3.5 精度验证

植被指数信息提取结果的精度及可靠性检验应采用地面观测的物候数据对遥感识别的物候数据进行验证,用平均绝对误差与均方根误差两个指标评价遥感监测结果与地面观测数据之间的误差。

## 6.4 质量控制

质量控制应满足如下要求:

- a) 对影像质量进行检查,影像的质量和现势性应满足要求,影像要清晰,无大面积噪声,条纹及云雾;
- b) 对影像预处理质量进行检查,包括影像纠正精度检查及接边精度检查;
- c) 对信息提取结果精度进行检查,应对监测区信息提取结果采用随机抽样的方法选取验证点,利用混淆矩阵进行分类精度评价,计算Kappa指数;
- d) 对专题图图幅设计进行检查,判断其是否合理,完整,图面表达是否清晰、明确、合理;
- e) 对数据格式、命名、属性信息进行检查,判断其是否正确;
- f) 对计算方法和统计结果进行检查,判断其是否合理;
- g) 对文档编写结构、内容进行检查,判断其是否完善。

质量评定应依据质量控制具体要求,按照GB/T 18316中第三章的相关要求和方法进行。

## 6.5 成果提交

### 6.5.1 成果内容

流域植被覆盖监测主要应包括文档成果、数据成果、图件成果。

### 6.5.2 文档成果

文档成果应包括但不限于如下内容：

- 1) 植被监测实施方案；
- 2) 植被覆盖监测报告。

### 6.5.3 数据成果

数据成果应包括但不限于如下内容：

#### 1) 植被覆盖动态变化数据集

植被覆盖动态变化数据集应包括：各月NDVI数据构成的植被覆盖变化序列数据集，季度、年NDVI数据构建的季度、年植被覆盖数据，植被变化信息构成的植被变化数据。

#### 2) 植被长势数据集

植被长势数据集应包括：各月植被长势等级数据构成的植被长势序列数据集、季度、年植被长势等级数据构成的季度、年植被长势数据。

### 6.5.4 图件成果

图件成果应包括但不限于如下内容：

#### 1) 植被覆盖变化监测图

植被覆盖变化监测图应包括：各月份的植被覆盖数据制作各月植被覆盖监测图，季度、年植被覆盖数据制作季度、年植被覆盖监测图，植被变化数据制作植被变化监测图。

图面基本内容应包括：各植被覆盖监测图应包括各植被覆盖数据，植被变化监测图应包括植被变化数据；此外，各监测区若跨越省、或市、或县三级行政区，还应包括监测区省、或市、或县行政界线；监测图还应包括图廓整饰（图名、图例、监测时段、数据源、经纬网、比例尺、制图时间、制图单位等）。

#### 2) 植被长势监测图

植被长势监测图应包括：各月植被长势数据集制作各月植被长势监测图，季度、年植被长势数据制作季度、年植被长势监测图。

图面基本内容应包括：各植被长势监测图应包括各植被长势数据；此外，各监测区若跨越省、或市、或县三级行政区，还应包括监测区省、或市、或县行政界线；监测图还应包括图廓整饰（图名、图例、监测时段、数据源、经纬网、比例尺、制图时间、制图单位等）。

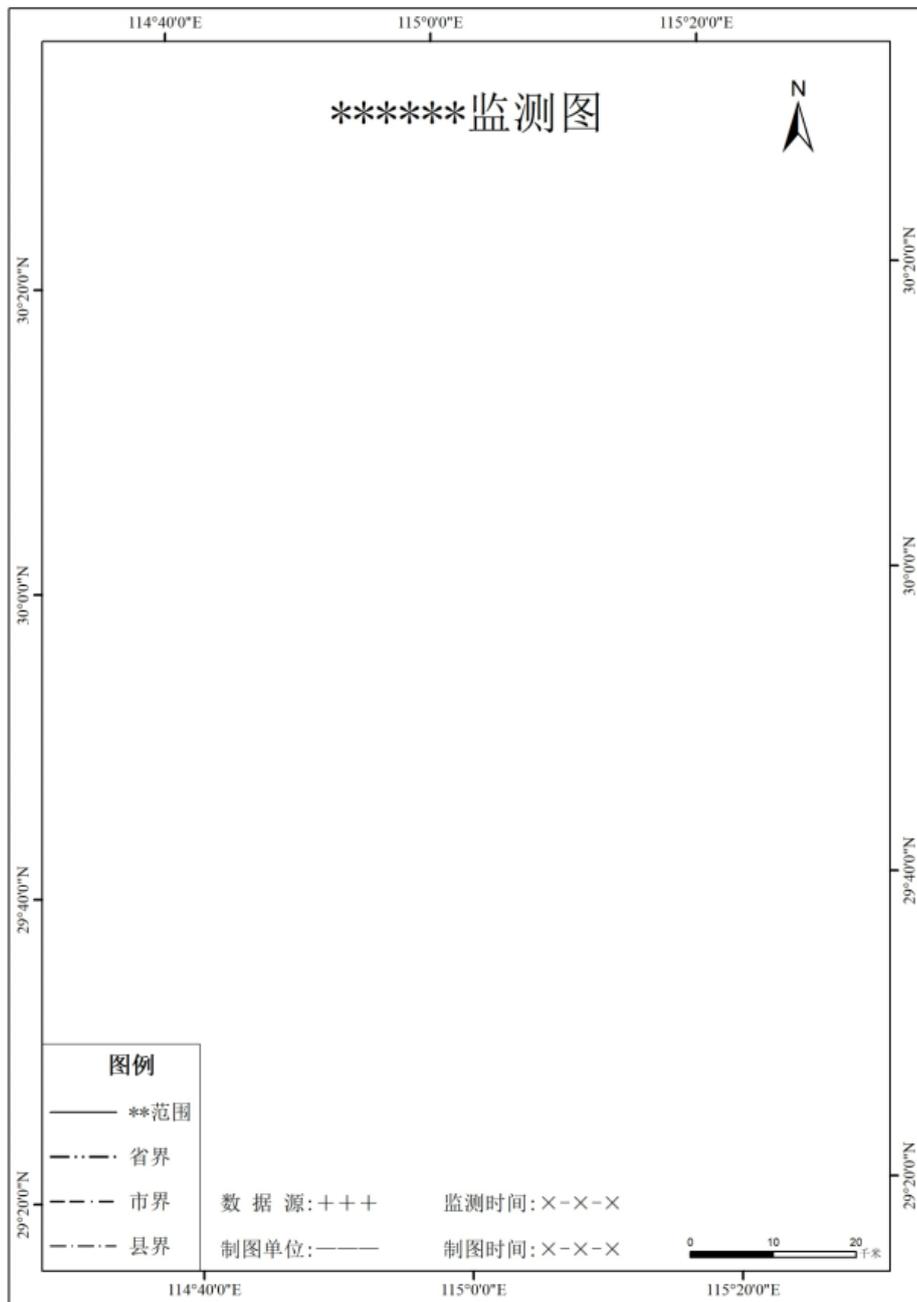
附录 A

(规范性)

湖泊水域面积及流域植被覆盖变化监测图图样

A.1 湖泊水域面积监测图样

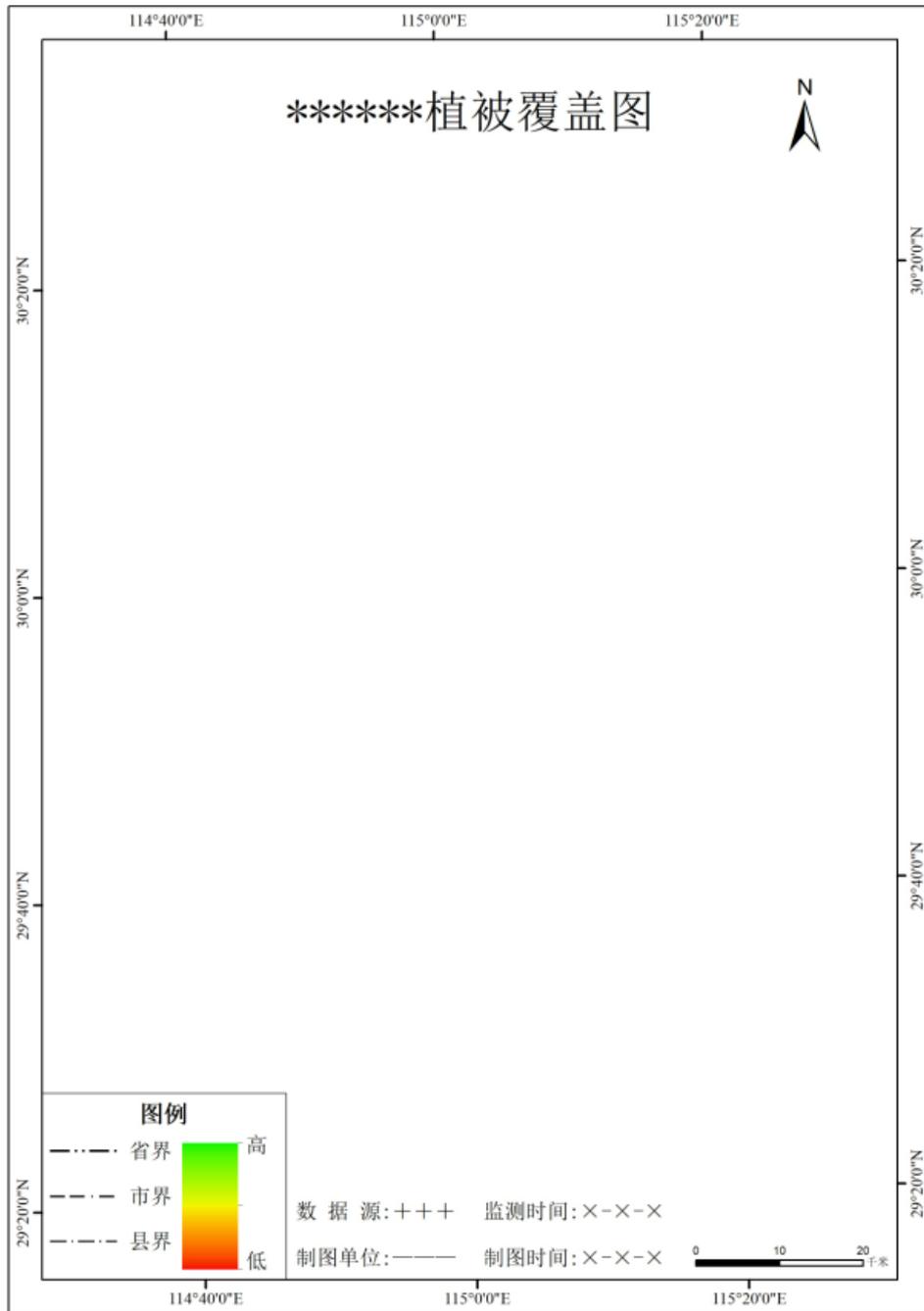
湖泊水域面积监测图样见图A. 1。



图A. 1 湖泊水域面积监测图样

## A.2 流域植被覆盖监测图样

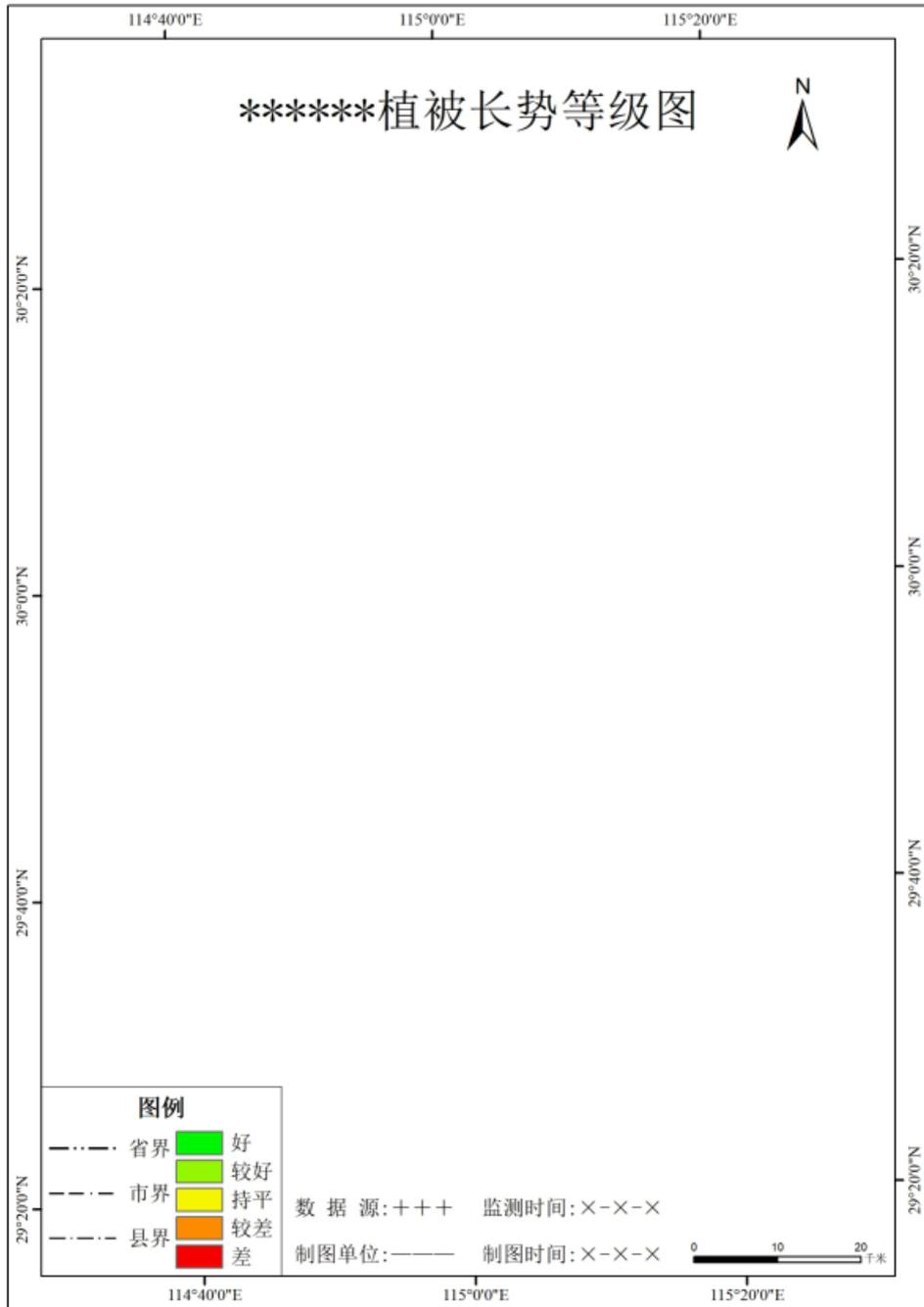
流域植被覆盖监测图样见图A.2。



图A.2 流域植被覆盖监测图样

A.3 流域植被长势等级图图样

流域植被长势等级图图样见图A.3。



图A.3 流域植被长势等级图图样

### 参考文献

- [1] GB/T 14950-2009 中华人民共和国国家标准 摄影测量与遥感术语
- [2] GB/T 17694—2009 中华人民共和国国家标准 地理信息术语
- [3] GB/T 18317-2001 中华人民共和国国家标准 专题地图信息分类与代码
- [4] GBT 50095-2014 中华人民共和国国家标准 水文基本术语和符号标准
- [5] GB/T 24708-2009 中华人民共和国国家标准 湿地分类
- [6] GB/T 30363-2013 中华人民共和国国家标准 森林植被状况监测技术规范
- [7] GB/T 34815-2017 中华人民共和国国家标准 植被生态质量气象评价指数