

DB 6501

乌鲁木齐市地方标准

DB 6501/T XXXX—2025

天然草地覆盖度遥感监测技术规程

The technical regulation for monitoring natural grassland coverage by using
remote sensing

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

乌鲁木齐市场监督管理局 发布

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。

本文件由乌鲁木齐市园林绿化工程质量监督站（乌鲁木齐市林草种苗站）提出。

本文件由乌鲁木齐市林业和草原局（乌鲁木齐市园林管理局）归口并组织实施。

本文件起草单位：乌鲁木齐市园林绿化工程质量监督站（乌鲁木齐市林草种苗站）、新疆农业大学。

本标准主要起草人：靳瑰丽、魏秀红、张勇娟、崔国盈、张硕、孙喆、安沙舟、李莹、刘文昊、王生菊、李文雄、余金勇、刘晨晨、宫珂、马建、王域、陈梦甜、杜玫霖、李超。

本文件实施应用中的疑问，请咨询乌鲁木齐市园林绿化工程质量监督站（乌鲁木齐市林草种苗站）。

对本文件的修改意见建议，请反馈至乌鲁木齐市林业和草原局（乌鲁木齐市园林管理局）（乌鲁木齐市沙依巴克区公园北街88号）、乌鲁木齐市园林绿化工程质量监督站（乌鲁木齐市林草种苗站）（乌鲁木齐市水磨沟区河滩北路96号）、新疆农业大学（乌鲁木齐市沙依巴克区农大东路311号）、乌鲁木齐市市场监督管理局（乌鲁木齐市天山区中山路33号）。

乌鲁木齐市林业和草原局（乌鲁木齐市园林管理局）联系电话：0991-5801490；传真：0991-5840422；邮编：830002

乌鲁木齐市园林绿化工程质量监督站（乌鲁木齐市林草种苗站）联系电话：0991-4161091；传真：0991-4161091；邮编：830017

新疆农业大学 联系电话：0991-8762032；传真：0991-8762032；邮编：830002

乌鲁木齐市市场监督管理局 联系电话：0991-2815191；传真：0991-2819924；邮编：830004

天然草地覆盖度遥感监测技术规程

1 范围

本标准从天然草地覆盖度的术语与定义、遥感影像数据源、地面数据的获取、影像预处理、草地覆盖度监测分析、评价方法及等级图的绘制及面积统计等方面规定了基于遥感技术的天然草地覆盖度监测。本文件适用于天然草地领域。

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 40451-2021 草原与牧草术语
NY/T 2997-2016 草地分类
NY/T 3648-2020 草地植被健康监测评价方法
NY/T 2998-2016 草地资源调查技术规程
LY/T 2021-2012 基于TM遥感影像的湿地资源监测方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

草地 grassland

植被覆盖度大于5%、乔木郁闭度小于10%，灌木覆盖度小于40%的土地，以及其他用于放牧和割草的土地。

3.2

草地覆盖度 grassland coverage

某一区域内草地植被地上冠层部分垂直投影面积占该区域总面积的百分比。

3.3

遥感 remote sensing

指非接触的，远距离的探测技术。一般指运用传感器/遥感器对物体的电磁波的辐射、反射特性的探测。遥感是通过遥感器这类对电磁波敏感的仪器，在远离目标和非接触目标物体条件下探测目标地物。

3.4

空间分辨率 spatial resolution

遥感图像上能够区分的最小单元尺寸或面积，是用来表征影像分辨地面目标细节能力的指标，通常以米或英尺为单位。

3.5

时间分辨率 time-resolved

指在同一区域进行的相邻两次遥感观测的最小时间间隔。

3.6

波谱分辨率 spectrum resolution

波谱分辨率是指传感器在接收目标辐射的波谱时能分辨的最小波长间隔。波谱分辨率与传感器探测波段的宽度、波段数和各波段的波长范围和间隔有关，间隔愈小，分辨率愈高。不同波谱分辨率的传感器对同一地物探测效果有很大区别。

3.7

红光波段 red band; R

星载仪器涵盖的 $0.605\ \mu\text{m}\sim 0.700\ \mu\text{m}$ 的波长范围。

3.8

近红外波段 near infrared band; NIR

星载仪器涵盖的 $0.76\ \mu\text{m}\sim 1.25\ \mu\text{m}$ 的波长范围。

注：传感器在近红外波段所接收到的辐射主要是太阳辐射的反射。

3.9

遥感影像 remote sensing image

通过遥感技术获取的地球表面信息的图像。是利用传感器在不直接接触目标物体的情况下，远距离接收并记录目标物体反射或发射的电磁波信息形成的图像。这些传感器可以搭载在卫星、飞机、无人机等平台上，能够快速获取大面积的地表信息。

3.10

归一化植被指数 normalized difference vegetation index; NDVI

主要用于评估植被的生长状态、覆盖度以及健康状况，通过计算遥感影像中近红外波段（NIR）和红光波段（R）的反射率之差与两者之和的比值来定义。取值范围在-1到+1之间，负值通常表示地面覆盖为云、水、雪等，对可见光有高反射；0表示有岩石或裸土等；正值则表示有植被覆盖，且随着植被覆盖度的增加而增大。

3.11

草地退化 grassland degradation

在干旱、风沙、水蚀、盐碱、内涝、地下水位变化等不利自然因素的影响下，或过度放牧等不合理利用，或滥挖、滥割、樵采破坏草地植被，引起草地植被变得低矮、稀疏，种类减少，结构简单，草场质量变差，生产能力降低，甚至失去利用价值，草地生态环境恶化的演变过程。

3.12

草地变化等级 grassland change level

描述和量化草地覆盖度随时间变化的不同阶段或状态，根据草地覆盖度变化趋势将草地变化程度划分为不同等级。

4 遥感影像数据源

4.1 时间分辨率

重访周期 ≤ 16 天为宜。

4.2 空间分辨率

表1 空间分辨率适用表

空间分辨率	适用范围
$30\ \text{m}\leq\text{空间分辨率}\leq 250\ \text{m}$	全省、全国范围

空间分辨率	适用范围
空间分辨率≤30 m	县、市一级

4.3 波谱分辨率

影像必须含有为近红外波段（near infrared band, NIR）、红光波段（red band, R）。

4.4 影像时间

距监测当年≥30年为宜，逐年7月影像数据。

5 地面数据的获取

5.1 样线的设置

于监测当年草地生长高峰期7月，遵循草地类型、地形、地貌、交通便利、退化类型等原则布设样线。在平原荒漠区，采用方格网法布设≥10条样线；在山区，随山体变化，布设≥10条样线，并在样线上均匀布设样点，总样点数≥200，样线和样线均匀散布在研究区内为宜。

5.2 样地及样方的布置

采取典型取样法在样点附近布设样地及样方。草本、半灌木及矮小灌木为主的样地，每个样地应设置3个样方。灌木及高大草本植物为主的样地，每个样地设置1个灌木及高大草本植物样方和3个草本、半灌木及矮小灌木样方。草本、半灌木及矮小灌木样方，样方面积1 m²。灌木及高大草本植物样方，样方面积为100 m²，如果灌木或高大草本在视野范围内呈零星或者稀疏分布，不能构成灌木或高大草本层时，可忽略不计，只调查草本、半灌木及矮小灌木。样地及样方的布置参照NY/T 2997的规定进行。

5.3 植物群落特征采集

采用针刺法及照相法结合测定样方群落覆盖度。覆盖度测定参照NY/T 2997的规定进行。

6 草地覆盖度监测分析

6.1 NDVI 计算

计算监测区逐年7月归一化植被指数，计算见公式（1）：

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

NIR——近红外波段的反射值；

R——红光波段的反射值。

6.2 基于 NDVI 估算植被覆盖度

将NDVI与像元二分模型相结合估算植被覆盖度，表达式见公式（2）：

$$F_c = \frac{NDVI-NDVI_{soil}}{NDVI_{veg}-NDVI_{soil}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

NDVI_{veg}——完全被植被所覆盖区域的NDVI值；

NDVI_{soil}——完全被裸土所覆盖区域的NDVI值。

选取NDVI_{veg}与NDVI_{soil}为图像中给定置信度的置信区间内的最大值与最小值，进行遥感影像去噪。利用ENVI4.5软件中直方图统计分析，累计概率95%处记为NDVI_{max}，累计概率5%处记为NDVI_{min}，计算见公式（3）：

$$F_c = \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \dots\dots\dots (3)$$

6.3 反演精度验证

选取平均绝对误差(MAE)和均方根误差(RMSE)进行覆盖度模型精度评价。计算见公式（4）（5）：

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \dots\dots\dots (4)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

y_i ——用于检验的点的预测数据；

\hat{y}_i ——该检验点的实测真实数据；

N ——参与检验的样点个数。

在评价模型反演精度时，上述2个参数数字越小精度越高。

7 评价方法

7.1 草地植被覆盖度动态分析

对草地覆盖度进行逐年详细分析，并以5年为时间间隔进行变化规律分析，明确草地覆盖度发生变化的节点，查明变化原因。

7.2 变化率计算

计算监测年度草地覆盖度变化率，变化趋势值（TS）及计算见公式（6）：

$$TS = \text{median}\left(\frac{L_j - L_i}{j - i}\right), \forall j > i \dots\dots\dots (6)$$

式中：

L_i ——时间序列在*i*时段的遥感影像数据；

L_j ——时间序列在*j*时段的遥感影像数据；

TS——整个时间序列数据的平均变化幅度和变化趋势。

当TS大于0时，表示时间序列趋势为上升或增长趋势。当TS小于0时，表示时间序列趋势为下降或减少趋势。TS的绝对值越大则表明对应的变化幅度和趋势越大。

7.3 显著性检验

在R中，利用Man-Kendall方法对基于像元尺度进行草地变化趋势显著性分析。

Man-Kendall时间序列显著性检验方法计算见公式 (7) (8) (9) (10) 所示:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & , S > 0 \\ 0 & , S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & , S < 0 \end{cases} \dots\dots\dots (7)$$

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(L_j - L_i) \dots\dots\dots (8)$$

$$\text{sign}(L_j - L_i) = \begin{cases} 1 & , L_i < L_j \\ 0 & , L_i = L_j \\ -1 & , L_i > L_j \end{cases} \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

Z——时间序列的显著性统计值,

S——由 L_i 、 L_j 、和 n 计算得到的统计值

L_i ——时间序列在 i 时段的遥感影像数据, 本研究中为对应的草地变化率值;

L_j ——时间序列在 j 时段的遥感影像数据, 本研究中为对应的草地变化率值;

N ——时间序列长度, 即样本量。

在给定显著性置信水平条件 α 下, 若显著性 Z 的绝对值 $|Z|$ 大于 $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$, 则表示在置信水平 α 下, 时间序列具有显著的上升(增长)或下降(减小)趋势。当 $|Z|$ 大于1.65、1.96和2.58时, 意味着时间序列趋势分别通过了置信水平 $\alpha=0.1$, 0.05和0.01的显著性检验。根据时间序列长度 n 值的不同, 显著性检验统计量的选择也对应发生改变。本标准采用检验统计量 Z 来进行趋势检验, 检验中取显著水平 $\alpha=0.05$, $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}=Z_{0.975}=1.96$, 可根据评估区域的大小开展结果验证。

7.4 等级划分

将31年的累计覆盖度变化率根据Theil-Sen Median趋势斜率估算和Man-Kendall显著性检验结果, 将草地覆盖度变化趋势分为明显退化、轻微退化、变化不显著、轻微好转、明显好转五级。

表2 草地变化等级分级

结果分级	变化程度
$TS < 0, Z > 1.96$	严重退化
$TS < 0, Z < 1.96$	轻微退化
$TS = 0, Z = 1.96$	变化不显著
$TS > 0, Z < 1.96$	轻微改善
$TS > 0, Z > 1.96$	明显改善

8 等级图的绘制及面积统计

根据这TS和Z值计算结果, 在地理信息系统软件中进行草地覆盖度变化趋势制图, 然后利用汇总工具, 统计出不同等级草地覆盖度变化面积, 制图标准按NY/T 2998-2016第6条的规定执行。

