ICS 07.030
CCS A 47

DB63

青 海 省 地 方 标 准

DBXX/TXXXX—XXXX

"黑土型"退化草地分类分级卫星影像识别技术指南

点击此处添加标准名称的英文译名

（报批稿）

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。

XXXX-XX-XX 发布 XXXX-XX-XX 实施

青海省市场监督管理局 发 布

目　　次

前　　言 II
1 范围 3
2 规范性引用文件 3
3 术语和定义 3
4 技术流程 3
5 识别方法 4
6 分类方法 5
7 分级方法 5
8 分类分级评价 7
附　录　A　（资料性）　增强型植被指数计算方法 8
附　录　B　（资料性）　灰度共生矩阵纹理统计测度和统计特征 9
附　录　C　（资料性）　异质性最小原则的区域合并算法 10
附　录　D　（资料性）　“黑土型”退化草地遥感解译标志 11
参　考　文　献 12

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别的责任。

本文件由青海省气象标准化技术委员会提出。

本文件由青海省气象局归口。

本文件起草单位：青海省气象科学研究所、青海省气象局、泽库县泽曲林场、青海省畜牧兽医科学院、中国科学院西北高原生物研究所、青海大学、青海师范大学、青海省地质调查院、青海民族大学、海北藏族自治州草原站。

本文件主要起草人：校瑞香、周秉荣、才华、马玉寿、周华坤、李希来、李世雄、王文颖、李璠、张焜、石明明、杨鑫光、孙玮婕、赵晓军。

本文件由青海省气象局监督实施。

"黑土型"退化草地分类分级卫星影像识别技术指南

1 范围

本文件给出了“黑土型”退化草地分类分级卫星影像识别的术语和定义、技术流程、识别方法、分类方法、分级方法，及评价。

本文件适用于“黑土型”退化草地卫星遥感监测评价等工作。

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 41280 卫星遥感影像植被覆盖度产品规范

DB63/T674 “黑土型”退化草地等级划分及综合治理技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

“黑土型”退化草地

以嵩草属植物为建群种的高寒草甸草场严重退化后形成的一种大面积次生裸地，或原生植被退化呈丘岛状的自然景观，完全或基本失去放牧利用和生态功能的退化草地。

3.2

植被指数

一系列利用遥感影像不同谱段数据的线性或非线性组合而形成的能反映绿色植物的生长状况和分布的特征指数。

［来源：GB/T 41280-2022, 3.1］

3.3

植被覆盖度

单位面积内植被冠层(包括叶、茎、枝)垂直投影面积所占的比例。

注：无量纲，取值范围0～1。

［来源：GB/T 41280-2022, 3.2］

3.4

纹理统计测度熵

是灰度共生矩阵纹理统计测度之一，用来度量影像灰度无序程度。

4 技术流程

“黑土型”退化草地分类分级识别技术流程见图1。

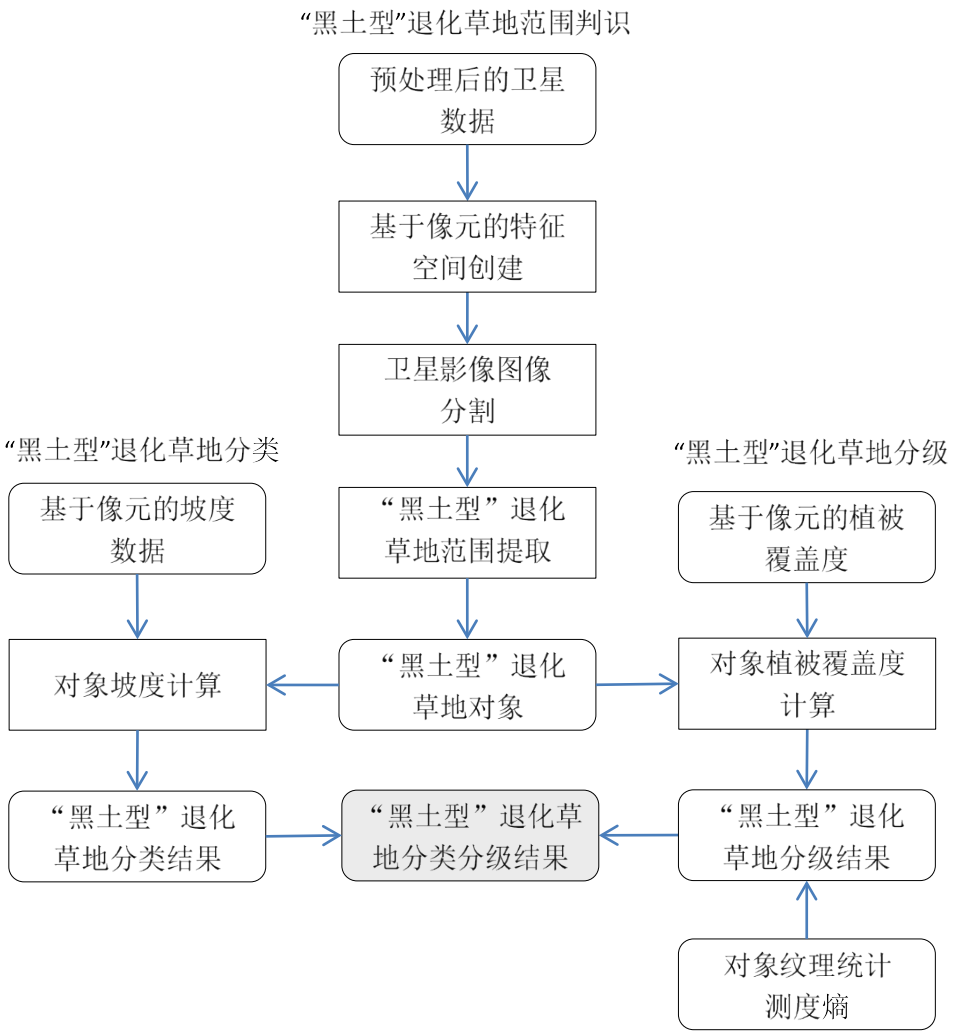


图 1 “黑土型”退化草地分类分级识别技术流程

5 识别方法

5.1 数据源及预处理

5.1.1 数据源

选择空间分辨率优于10 m的卫星影像数据，时相选择草地进入黄枯期时期。

5.1.2 数据预处理

包括辐射定标、大气校正、几何校正和正射校正。

5.2 特征数据创建

在光谱信息基础上，创建植被指数、纹理特征数据。

植被指数包括归一化差值植被指数和增强型植被指数。归一化差值植被指数按照GB/T 41280计算。增强型植被指数计算方法见附录A。

纹理特征包括均值、方差、熵、角二阶矩、同质性、对比度、不相似性、相关性八个统计测度，计算方法和参数参考值见附录B。纹理特征各统计测度为4个方向平均值。

5.3 图像分割

基于光谱信息、植被指数、纹理特征，利用异质性最小原则的区域合并算法进行卫星影像分割。适合于“黑土型”退化草地的图像分割参数采用“试错法”确定。异质性最小原则的区域合并算法及参数参考值见附录D。

5.4 范围提取

基于卫星影像图像分割后的对象，根据附录E中“黑土型”退化草地遥感解译标志，结合光谱信息、植被指数、纹理特征，标记“黑土型”退化草地对象，提取“黑土型”退化草地范围。

6 分类方法

6.1 坡度计算

基于像元的坡度数据按公式（1）计算，“黑土型”退化草地对象的坡度按照公式（2）。

$$tg(P)=\sqrt{\left(\frac{\partial Z}{\partial X}\right)^2+\left(\frac{\partial Z}{\partial y}\right)^2} \quad \cdots\cdots (1.)$$

式中：

P ——坡度；

$\frac{\partial z}{\partial x}$——表示x方向的偏导数；

$\frac{\partial z}{\partial y}$——表示y方向的偏导数。

注：z为与卫星影像空间分辨率匹配的数字高程模型数据。

$$P=\frac{\sum_i^n P_i}{n} \quad \cdots\cdots (2.)$$

式中：

P ——“黑土型”退化草地对象的坡度；

n ——“黑土型”退化草地对象内像元的数量；

P_i——“黑土型”退化草地对象内像元的坡度。

6.2 “黑土型”退化草地分类

依据“黑土型”退化草地对象的坡度，按照DB63/T674中“黑土型”退化草地类型划分标准，将“黑土型”退化草地对象分为滩地、缓坡地、陡坡地三类。

7 分级方法

7.1 植被覆盖度和纹理统计测度熵计算

基于像元的植被覆盖度利用归一化差值植被指数数据，按照GB/T 41280中像元二分模型计算。“黑土型”退化草地对象的植被覆盖度和纹理统计测度熵按公式（3）分别计算。

$$F = \frac{\sum_i^n F_i}{n} \quad \cdots\cdots (3.)$$

式中：

F——“黑土型”退化草地对象的植被覆盖度或纹理统计测度熵；

n——“黑土型”退化草地对象内像元的数量；

F_i——“黑土型”退化草地对象内像元的植被覆盖度或纹理统计测度熵。

7.2 植被覆盖度阈值确定

“黑土型”退化草地对象植被覆盖度从高到低分为5级，各级阈值按照公式（4）~（7）计算。

$$vc1 = \mu_1 \quad \cdots\cdots (4.)$$

$$vc2 = \frac{\mu_1 - 2 \times \sigma_1 + \mu_2 + 2 \times \sigma_2}{2} \quad \cdots\cdots (5.)$$

$$vc3 = \frac{\mu_2 - 2 \times \sigma_2 + \mu_3 + 2 \times \sigma_3}{2} \quad \cdots\cdots (6.)$$

$$vc4 = \mu_3 \quad \cdots\cdots (7.)$$

式中：

$vc1$、$vc2$、$vc3$、$vc4$——分别为植被覆盖度四级阈值；

μ_1、μ_3、μ_3——分别为轻度、中度、重度“黑土型”退化草地典型样本对象植被覆盖度的平均值；

σ_1、σ_2、σ_3——分别为轻度、中度、重度“黑土型”退化草地典型样本对象植被覆盖度的标准差。

7.3 纹理统计测度熵阈值确定

“黑土型”退化草地对象植被覆盖度重叠区域熵分为2级，划分阈值按照公式（8）~（9）计算。

$$\mathrm{ent}1 = \frac{\mu_{e1} + 2 \times \sigma_{e1} + \mu_{e2} - 2 \times \sigma_{e2}}{2} \quad \cdots\cdots (8.)$$

$$ent2 = \frac{\mu_{e3} + 2 \times \sigma_{e2} + \mu_{e4} - 2 \times \sigma_{e4}}{2} \quad \cdots\cdots (9.)$$

式中：

$\mathrm{ent}1$、$\mathrm{ent}2$——为轻度和中度、中度和重度“黑土型”退化草地对象植被覆盖度重叠区域，纹理统计测度熵的划分阈值；

μ_{e1}、μ_{e3}、σ_{e1}、σ_{e2}——分别为植被覆盖度在($vc1$、$vc2$]之间的轻度、中度“黑土型”退化草地典型样本对象纹理统计测度熵的平均值和标准差；

μ_{e3}、μ_{e4}、σ_{e3}、σ_{e4}——分别为植被覆盖度在($vc3$、$vc4$]之间的中度、重度“黑土型”退化草地典型样本对象纹理统计测度熵的平均值和标准差。

7.4 分级标准

按照表1中“黑土型”退化草地类型分级指标，对“黑土型”退化草地对象进行分级。

表1 “黑土型”退化草地分级

“黑土型”退化草地等级	分级指标

“黑土型”退化草地等级	分级指标
轻度	$VC > vc1$ 或 $vc2 < VC \leqslant vc1$，$ENT < ent1$
中度	$vc2 < VC \leqslant vc1$，$ENT \geqslant ent1$ 或 $vc3 < VC \leqslant vc2$ 或 $vc4 < VC \leqslant vc3$，$ENT < ent2$
重度	$vc4 < VC \leqslant vc3$，$ENT \geqslant ent2$ 或 $VC \leqslant vc4$
注：VC为“黑土型”退化草地对象的植被覆盖度，ENT为“黑土型”退化草地对象纹理统计测度熵。	

8 分类分级评价

按照表2将“黑土型”退化草地对象的分类和分级结果进行组合，得到每个对象的分类分级结果。

表2 “黑土型”退化草地分类分级

退化类型	退化等级	分类分级
滩地	轻度	滩地轻度“黑土型”退化草地
	中度	滩地中度“黑土型”退化草地
	重度	滩地重度“黑土型”退化草地
缓坡地	轻度	缓坡地轻度“黑土型”退化草地
	中度	缓坡地中度“黑土型”退化草地
	重度	缓坡地重度“黑土型”退化草地
陡坡地	轻度	陡坡地轻度“黑土型”退化草地
	中度	陡坡地中度“黑土型”退化草地
	重度	陡坡地重度“黑土型”退化草地

附　录　A
（资料性）
增强型植被指数计算方法

增强型植被指数（EVI）计算方法见式（A.1）：

$$EVI = 2.5 \times \frac{B_{NIR} - B_R}{B_{NIR} + 6.0B_R - 7.5B_B + 1} \quad \text{(A. 1)}$$

式中：

EVI ——增强型植被指数；

B_{NIR}——卫星近红外波段反射率；

B_R ——卫星红光波段反射率；

B_B ——卫星蓝光波段反射率。

附　录　B
（资料性）
灰度共生矩阵纹理统计测度和统计特征

表B.1给出了灰度共生矩阵（GLCM）计算的参数参考值。

表 B.1 灰度共生矩阵纹理统计测度和统计特征

GLCM 参数	滑动窗口大小	偏移值	方向	灰度等级
参考值	3×3	1	0°、45°、90°、135°	16

表B.2给出了灰度共生矩阵纹理统计测度和统计特征。

表 B.2 灰度共生矩阵纹理统计测度和统计特征

GLCM 纹理统计测度	计算公式	统计特性
均值	$\sum_{i=0}^{n-1}\sum_{j=0}^{n-1} f(i,j) \times i$	影像灰度平均值。影像纹理杂乱不易描述时值越小
方差	$\sum_{i=0}^{n-1}\sum_{j=0}^{n-1} f(i,j) \times (i-\mu_i)^2$	影像灰度方差。当影像灰度值变化较大时，其值较大
熵	$-\sum_{i=0}^{n-1}\sum_{j=0}^{n-1} f(i,j) \times log[f(i,j)]$	影像灰度无序程度的度量。影像灰度分布越复杂其值越大
角二阶矩	$\sum_{i=0}^{n-1}\sum_{j=0}^{n-1} [f(i,j)]^2$	影像灰度有序的度量。影像灰度越有序，其值越大。和熵是反相关的
同质性	$\sum_{i=0}^{n-1}\sum_{j=0}^{n-1} \frac{f(i.j)}{1+(i-j)^2}$	影像纹理均匀性的度量，影像灰度值越均匀，具有较小的灰度差异，其值越高
对比度	$\sum_{i=0}^{n-1}\sum_{j=0}^{n-1} (i-j)^2 \times f(i,j)$	影像灰度变化总量的度量。影像局部灰度变化越大，其值越高
不相似性	$\sum_{i=0}^{n-1}\sum_{j=0}^{n-1} \lvert i-j \rvert \times f(i,j)$	与对比度类似，影像局部灰度对比度越高，其值越大
相关性	$\frac{\sum_{i=0}^{n-1}\sum_{j=0}^{n-1}(i-\mu_i)\times(j-\mu_j)\times f(i,j)}{\sigma_i^2 \times \sigma_j^2}$	影像灰度线性相关的度量。线性相关的极端情况代表完全的同质性纹理
注：$f(i.j)$为GLCM中（i，j）处的频率，i，j为灰度等级，μ为灰度平均值，σ^2为灰度方差，n为滑动窗口大小		

附　录　C
（资料性）
异质性最小原则的区域合并算法

异质性最小原则的区域合并算法计算方法见式（C.1）：

$$h = w_{color}h_{color} + (1 - w_{color})h_{shape} \quad \text{(C.1)}$$

$$h_{color} = \sum_{i}^{c} w_i(n_{merge}\sigma_i^{merge} - (n_{obj1}\sigma_i^{obj1} + n_{obj2}\sigma_i^{obj2})$$

$$h_{shape} = w_{compact}h_{compact} + (1 - w_{compact})h_{smooth}$$

$$h_{compact} = n_{merge}\frac{l_{merge}}{\sqrt{n_{merge}}} - (n_{obj1}\frac{l_{obj1}}{\sqrt{n_{obj1}}} - n_{obj2}\frac{l_{obj2}}{\sqrt{n_{obj2}}})$$

$$h_{smooth} = n_{merge}\frac{l_{merge}}{b_{merge}} - (n_{obj1}\frac{l_{obj1}}{b_{obj1}} - n_{obj2}\frac{l_{obj2}}{b_{obj2}})$$

式中：

h ——异质性

w_{color} ——颜色异质性权重，参考值为 0.7~0.9

h_{color} ——颜色异质性

h_{shape} ——形状异质性

c ——图层数目

w_i ——图层权重

n_{merge} ——合并后对象像元个数

σ_i^{merge} ——合并后对象在图层c中的颜色标准差

n_{obj1} ——待合并的相邻对象1的像元个数

σ_i^{obj1} ——待合并的相邻对象1在图层c中的颜色标准差

n_{obj2} ——待合并的相邻对象2的像元个数

σ_i^{obj2} ——待合并的相邻对象2在图层c中的颜色标准差

$w_{compact}$ ——紧致度异质性权重，参考值为0.5~0.8

$h_{compact}$ ——紧致度异质性

h_{smooth} ——光滑度异质性

l_{merge} ——合并后对象的边长

l_{obj1} ——待合并的相邻对象1的边长

l_{obj2} ——待合并的相邻对象2的边长

b_{merge} ——合并后对象最小外接正方形的边长

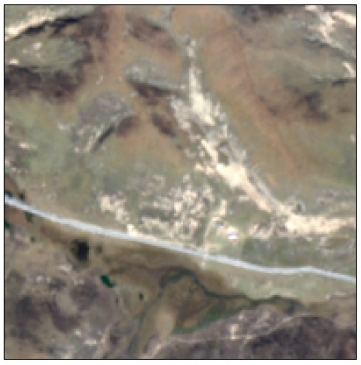
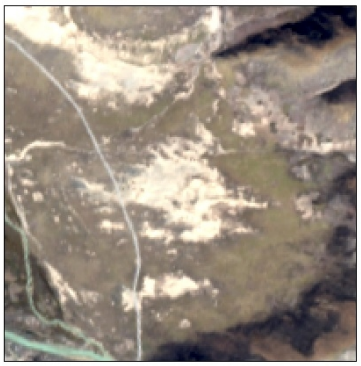
b_{obj1} ——待合并的相邻对象1最小外接正方形的边长

b_{obj2} ——待合并的相邻对象2最小外接正方形的边长

附　录　D
（资料性）
“黑土型”退化草地遥感解译标志

表D.1给出了“黑土型”退化草地遥感解译标志。

表 D.1　“黑土型”退化草地遥感解译标志

地物类型	图像特征	通道合成 （高分 PMS 3、2、1）
“黑土型”退化草地	轻度“黑土型”退化草地在图像上表现为植被覆盖度低于周边草地区，中间出现小斑块低覆盖区	
	中度“黑土型”退化草地在图像上植被覆盖度明显低于周边草地区，中间出现较大斑块裸土区	
	重度“黑土型”退化草地在图像上表现为植被覆盖极低，中间出现大片斑块裸土区	

参 考 文 献

［1］QX/T 537-2020 高分辨率对地观测卫星草地面积变化监测技术导则.

［2］DB63/T603-2006 “黑土型”退化草地人工植被建植及其利用管理技术规范.

［3］DB63/T 2045-2022 高寒植被覆盖度遥感监测技术与评估规范.

［4］黄葆宁, 李希来. 高寒草甸退化草地—“黑土滩”植物量测定［J］. 青海畜牧兽医杂志, 1993(04):10-13.

［5］李希来, 黄葆宁. 青海黑土滩草地成因及治理途径［J］. 中国草地, 1995(04):64-67+51.

［6］马玉寿, 郎百宁. 建立草业系统恢复青藏高原“黑土型”退化草地［J］. 草业科学, 1998(01):6-10.

［7］马玉寿, 郎百宁, 王启基. “黑土型”退化草地研究工作的回顾与展望［J］. 草业科学, 1999(02):5-9.

［8］李希来. 青藏高原“黑土滩”形成的自然因素与生物学机制［J］. 草业科学, 2002(01):20-22.

［9］刘晓玲. 三江源自然保护区“黑土滩”退化草地调查［J］. 青海师范大学学报（自然科学版）, 2007(01):93-96.

［10］尚占环, 董全民, 施建军, 等. 青藏高原“黑土滩”退化草地及其生态恢复近10年研究进展——兼论三江源生态恢复问题［J］. 草地学报, 2018,26(01):1-21.

［11］李希来. 果洛地区“黑土滩”中秃斑地测定［J］. 青海畜牧兽医杂志, 1994(03):17-19.

［12］马玉寿, 董全民, 施建军, 孙小弟, 王彦龙, 盛丽, 杨时海. 三江源区“黑土滩”退化草地的分类分级及治理模式［J］. 青海畜牧兽医杂志, 2008(03):1-3.

［13］李永花, 王苑, 赵成福. 三江源地区黑土滩的遥感图像解译［J］. 测绘技术装备, 2008(04):38-41.

［14］Haralick R M . Textural features for image classification. IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics[J]. SMC, 1973, 3.

[15] Baatz M,Schape A.Multiresolution Segmentation:An Optimization Approach for High Quality Multi-Scale Image Segmentation[J].Angewandte Geographische Information Sverarbeitung,2000(12):12-23.