

黑土区耕地产能评估技术规程

Technical code of practice for productivity evaluation of cultivated
land in black soil area

地方标准信息服务平台

2024-07-22 发布

2024-08-22 实施

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。

本文件由内蒙古自治区农牧厅提出。

本文件由内蒙古自治区农业标准化技术委员会（SAM/TC 20）归口。

本文件起草单位：内蒙古自治区农牧业科学院、北京市农林科学院信息技术研究中心、内蒙古自治区农牧业生态与资源保护中心、内蒙古大学、通辽市农牧业发展中心、呼伦贝尔市农业技术推广中心、科尔沁左翼中旗农业技术推广中心、兴安盟农牧技术推广中心、呼伦贝尔市农牧业综合执法支队、莫力达瓦达斡尔族自治旗农牧业机械化发展中心、额尔古纳市农牧业事业发展中心、陈巴尔虎旗农牧和科技技术推广中心、科右前旗农牧业科学技术发展中心。

本文件主要起草人：顾晓鹤、高娃、路战远、王建国、周静平、戴玉、刘桂华、王璐、乔志刚、刘宏金、武岩、矫丽娜、陈丽芳、金宝、叶君、田亚楠、唐鸿博、刘曲园、杨金福、李百壮、郭艳群、庞国辉、郭有纯、王丽、乌日娜、刘健、刘红刚、车宇辉。

地方标准信息服务平台

黑土区耕地产能评估技术规程

1 范围

本文件规定了黑土区基础条件准备、耕地估产模型构建和耕地产能评估等方面的技术要求。
本文件适用于黑土区县域尺度耕地产能评估，包括呼伦贝尔市、兴安盟、通辽市和赤峰市。

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/T15968 遥感影像平面图制作规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

耕地产能 cultivated land productivity

指在目前已有的生产条件和自然环境下单位面积耕地实际生产粮食的能力。耕地的产能水平是以耕地地块为单元，不少于10年产量的均值来表示，产能水平稳定性用多年产量的标准差来表示。

3.2

归一化植被指数 normalized difference vegetation index (NDVI)

遥感影像中，近红外波段的反射值与红光波段的反射值之差比上两者之和。

4 基础条件准备

4.1 基础数据准备

4.1.1 卫星遥感影像

4.1.1.1 多光谱卫星影像

卫星影像具备蓝光波段（400 nm~500 nm）、绿光波段（500 nm~600 nm）、红光波段（600 nm~680 nm）、红边波段（680 nm~760 nm）、短波近红外波段（760 nm~1100 nm）、长波近红外波段（1100 nm~2500 nm），空间分辨率30 m以内，每年6月上旬至8月下旬的作物生长旺盛期为作物遥感估产的适宜时期，从中选择三个不同时期的影像作为估产模型构建。

4.1.1.2 影像质量

耕地范围内影像无云遮挡，传感器条带噪声为0，影像噪点<1%，波段无缺失，边缘无畸变，空间位置准确，几何校正精度达到0.5个像元以内，地物特征清晰。

4.1.2 基础地理数据

县域1:50000行政边界数据。

4.1.3 土地利用数据

县域1:50000耕地空间分布数据。

4.1.4 样本数据

近10年的历史作物单产样本数据，不少于30个样本，要素包括经纬度位置、产量数据；每个作物单产样本地块面积>1.33 hm²，地块规整。

4.2 软硬件要求

4.2.1 软件要求

具备卫星遥感影像处理的基础功能，包括大气校正、几何纠正、影像解译、波段运算、统计分析等功能，如ENVI或ERDAS或ArcGIS等。

4.2.2 硬件要求

CPU2.9 GHz以上，内存8 G以上，硬盘500 GB以上性能的计算机。

5 估产模型构建

5.1 种植作物区提取

利用ENVI5.3等软件提取作物数据。分年度结合野外样本点数据，对近10年的10幅分类结果分别进行混淆矩阵精度验证，精度验证指标包括总体精度（Overall Accuracy）和Kappa系数（Kappa Coefficient）。

5.2 估产模型

基于地块的野外调查样本点单产数据和不同时期卫星影像数据进行作物单产模型构建，模型构建方法采用偏最小二乘回归（partial least squares regression, PLSR）。以耕地地块野外实测样本点单产数据作为被解释变量，以代表作物生长期生长发育状况的植被指数指标（NDVI，由近红外和红光波段组合而成）为解释变量，建立多元回归模型：

$$Y = a \times NDVI_1 + b \times NDVI_2 + c \times NDVI_3 + d \dots\dots\dots(1)$$

式中：

Y ——为地块实测单产；

a、b、c ——为参数；

NDVI₁、NDVI₂、NDVI₃ ——分别为作物生长旺盛期内的三个关键物候期的NDVI；

d ——为方程常数项。

5.3 模型精度评价

采用留一交叉验证法进行模型精度评价。模型的预测精度采用稳定性和预测能力2个评价指标解释，稳定性用决定系数 R^2 检验（优于0.5），预测能力用实测值与预测值的均方根误差RMSE检验。

6 耕地产能估算模型构建

6.1 耕地地块产量标准化

将作物分类图采用ArcGIS软件掩膜功能做成掩膜数据以避免其他地物干扰，以地块为单位对作物进行产量估算，通过空间运算得到地块的产量。并以耕地地块为基础进行分区统计，得到地块的产量。

对每一年的地块产量进行标准化：

$$R_i = \frac{Y(i) - Y(i)_{\min}}{Y(i)_{\max} - Y(i)_{\min}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R_i ——为该地块某一年的产量标准化值；

$Y(i)$ ——为该地块产量；

$Y(i)_{\max}$ ——为同一年中产量最大值；

$Y(i)_{\min}$ ——为同一年中产量最小值。

6.2 耕地产能计算

采用耕地多年产量均值表征耕地产能水平，均值高表示产能水平高，呈正相关；耕地产能的计算公式：

$$FPC = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

FPC ——为耕地产能；

R_i ——为该地块某一年的产量标准化值；

N ——为参与遥感估产的总年数。

6.3 耕地产能稳定性计算

采用耕地多年产量标准差反映耕地产能的稳定性，标准差高表示年际变异度大，产能水平不稳定，呈负相关。耕地产能的稳定性评估公式：

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (R_i - \bar{R})^2} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

S ——为耕地产能的稳定性；

R_i ——为该地块某一年的产量标准化值；

\bar{R} ——为该地块多年产量标准化后的均值；

N ——为参与遥感估产的总年数。

7 耕地产能评估

7.1 耕地产能分级

对多年标准化后的产能结果分级，采用偏正态统计理论的双阈值划分策略，确定基于地块的产能分级方法。根据耕地产能 FPC 的最大值 r_{max} 、最小值 r_{min} 、均值 $\bar{\mu}_1$ 、标准差 σ_1 ，将耕地产能分为较低、中等、较高、高四个等级。具体分级情况见表1。

表1 黑土区耕地产能分级标准

产能等级	分级区间
较低	$[r_{min}, \bar{\mu}_1 - \sigma_1)$
中等	$[\bar{\mu}_1 - \sigma_1, \bar{\mu}_1)$
较高	$[\bar{\mu}_1, \bar{\mu}_1 + \sigma_1)$
高	$[\bar{\mu}_1 + \sigma_1, r_{max}]$

7.2 耕地产能稳定性分级

根据耕地产能稳定性的最大值 S_{max} 、最小值 S_{min} 、均值 $\bar{\mu}_2$ 和标准差 σ_2 ，将耕地产能稳定性分为非常稳定、较稳定、稳定、不稳定四个等级见表2。

表2 黑土区耕地产能稳定性分级标准

产能稳定性等级	分级区间
非常稳定	$[S_{min}, \bar{\mu}_2 - \sigma_2)$
较稳定	$[\bar{\mu}_2 - \sigma_2, \bar{\mu}_2)$
稳定	$[\bar{\mu}_2, \bar{\mu}_2 + \sigma_2)$
不稳定	$[\bar{\mu}_2 + \sigma_2, S_{max}]$

7.3 产能制图

基于黑土区耕地产能分级标准和稳定性分级标准，按照GB/T 15968制作县域尺度耕地产能分布图和耕地产能稳定性分布图。