

T/SAASS

团 体 标 准

T/SAASS 110—2023

景观农业生态系统服务功能评估规范

Landscape agriculture ecosystem services function evaluation

2023 - 06 - 20 发布

2023 - 06 - 20 实施

山东农学会 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。

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专利的责任。

本文件由山东省农业科学院提出。

本文件由山东农学会归口。

本文件起草单位：山东省农业科学院湿地农业与生态研究所、山东省农业科学院休闲农业研究所、山东省农业科学院茶叶研究所、诸城市林业发展中心、山东省农业科学院农业经济与信息研究所。

本文件主要起草人：董红云、李新华、张锡金、刘斌、杨丽萍、王祥峰，姚慧敏、张燕、郭岩璐、王娜娜、刘宏元、王艳君、李英、齐高相、王泓程。

景观农业生态系统服务功能评估规范

1 范围

本文件规定了景观农业生态系统服务功能评估的评估原则、评估内容和方法、评估结果编制等内容。本文件适用于景观农业生态系统服务功能的实物量评估工作的实施、检查和指导。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

景观农业 landscape agriculture

农业生态系统与自然生态系统在一定自然景观上的有机结合，具有自我调节能力、高稳定性、实现能量与物质平衡的一种新型农业，具有农业生产、环境维护和旅游开发等功能。可分为农业种植景观（3.2）、农业养殖景观（3.3）、农业工程景观（3.4）、农业康养景观（3.5）和农业文化景观（3.6）等类型。

3.2

农业种植景观 planting landscape agriculture

通过不同颜色、不同形状、不同种植品种而形成有趣而独特的田园景观，是较早开发的景观农业模式。

3.3

农业养殖景观 breeding landscape aquaculture

将健康养殖、生产、加工、销售、服务等与休闲、观光、度假、体验等结合形成的景观农业形式，如原生态养殖、特色养殖等。

3.4

农业工程景观 agricultural engineering landscape

以生物技术、工程技术及信息技术为核心，将植物工程技术、太阳能技术、智能温室、物联网技术等全产业链的现代农业科技工程技术作为农业旅游资源而形成的景观农业形式。

3.5

农业康养景观 health-preserving landscape agriculture

传统农业的升级版，将传统的第一产业与第三产业相融合，以健康为宗旨，以特色农业空间为载体，以科学养生方法为指导的新业态，实现休闲农业与园艺康养双效功能。

3.6

农业文化景观 agricultural cultural landscape

基于当地民俗节庆、耕作文化、农业资源和特有景观，结合生态、景观、文化等吸引游客进行游玩、观赏、休闲等。

3.7

生态系统服务功能 ecosystem service function

生态系统在能量流、物质流的生态过程中，对外部显示的重要作用，是人类从生态系统获得的效益。

3.8

景观农业生态系统服务评估 landscape agriculture ecosystem services assessment

景观农业生态系统给人类提供各种效益的实物量进行的科学评估，包括供给服务、调节服务、文化服务以及支持服务等。

4 评估原则

4.1 科学性

评估应建立在客观和准确的科学基础上，评估结果应科学准确。

4.2 全面性

应对景观农业生态系统的供给服务、调节服务、支持服务和文化服务等生态服务功能进行全面评估。

4.3 可操作性

评估指标的选择应考虑数据获取的难易程度，以及可量化。宜利用农学和生态学领域的长期观测指标和统计资料，选择具有代表性的可测指标，使评估过程具有较强的操作性。

4.4 实用性

结合本标准提出的评估要求与景观农业发展现状，进行详细数据收集和评估，使评估结果具有实际指导作用，突出实用性。

5 评估内容与方法

5.1 评估指标系统

景观农业生态系统服务功能评估指标体系共包括4个要素19个评估指标（见表1）。

表1 景观农业生态服务评估指标体系

目标层	要素层	指标层
景观 农业 生态 系统 服务	供给服务	食物供给
		水资源供给
		基因资源
		观赏和药用植物资源
		生物栖息地
	调节服务	气候调节
		水分调节
		空气质量调节
		侵蚀控制
		碳固存
		废弃物处理
		疾病调控
		自然灾害调控
	支持服务	养分循环
		初级生产
		氧气释放
		生物多样性维持
	文化服务	休憩和生态旅游
		教育和科研
文化遗产传承		

5.2 评估步骤

宜按照以下步骤开展景观农业生态系统服务功能评估：

- 确定景观农业类型：基于农业生产和旅游开发模式，对景观农业进行归类（农业种植景观、农业养殖景观、农业工程景观、农业康养景观、农业文化景观）；
- 确定拟评估的关键生态系统服务类型：系统、全面地对生态系统服务功能进行归纳，并对关键生态系统服务类型进行筛选（见表2）；

- c) 确定景观农业生态系统服务实物量的评估指标：根据关键生态系统服务类型，选择有效且具代表性的实物量评估指标（见附录 A）；
- d) 数据采集与实物量计算：通过统计数据、实地调查、野外实验、地面观测、遥感技术或问卷座谈等形式采集数据（数据采集格式见附录 B），通过数理统计分析、模型分析或两者结合对实物量进行计算分析（见附录 A）。

表 2 景观农业生态系统服务类型构成

			景观农业类型				
			农业种植景观	农业养殖景观	农业工程景观	农业康养景观	农业文化景观
生态系统服务类型	供给服务	食物供给	●●●	●●●	●●●	●●	○
		水资源供给	○	○	○	×	×
		观赏和药用植物资源	○	○	○	●●●	○
		生物栖息地	●●	●●	●	●●●	○
	调节服务	气候调节	●●	●●	●●	●●●	○
		水分调节	●	●	●	○	○
		空气质量调节	●	○	●	●●●	○
		侵蚀控制	●●	●	●	●●	○
		碳固存	●●	●●	○	○	○
		废弃物处理	●●	●	●●●	○	×
		疾病调控	●●	●●	○	●●●	○
	自然灾害调控	○	○	○	○	×	
	支持服务	养分循环	●●●	●●	●●	●	○
		初级生产	●●●	●●	●●●	●	○
		生物多样性维持	●●	●●	●	●●●	○
	文化服务	休憩和生态旅游	●●	●	●	●●●	●●
		教育和科研	●●	●●	●●●	●	●●
		文化遗产传承	○	○	○	●	●●●
	注1：●为生态服务评估的必选指标； 注2：●●为重要的生态服务； 注3：●●●为极为重要的生态服务； 注4：○为生态服务评估的可选指标； 注5：×为不具备该项服务，或数据难以获得而不可评估。						

5.3 评估方法

景观农业生态系统服务功能评估包括数据获得和计算分析（见附录A、附录B）。

5.4 评估报告编制

5.4.1 总则

景观农业生态服务评价报告的内容根据景观农业类型的不同而各有差别，不存在普遍适用的评估报告。但应包括但不限于5.4.2—5.4.6的内容。

5.4.2 基本概况

对区域的地理位置和自然环境基本特征、交通等基础设施、农业种植情况和旅游开发项目，以及当地景观农业相关政策法规进行介绍描述。

5.4.3 关键生态服务功能

综合考虑区域内农业生产、生物多样性维持和旅游开发模式，基于生态系统的生物多样性、生态系统结构和功能，分析景观农业的空间格局，以及各生态斑块的景观连接度，对管理模式进行景观农业分类。将生态系统服务功能分为4大类：支持服务、供给服务、调节服务和文化服务，确立并突出对其产生的满足人类生存、生活和幸福需求所提供的关键生态服务功能。

5.4.4 数据采集制表

对应关键生态服务功能制作数据采集表格，通过统计数据、实地调查、野外实验、地面观测或问卷座谈等获取的基础数据，或基于遥感技术获取的大尺度生态参数，对服务评估数据进行汇总制表。

5.4.5 评估方法

基于获取的数据，进行数理统计，或结合模拟模型，对生态服务的实物量进行评估。数理统计和计算公式，要对公式的选择原则以及相关参数进行说明。

5.4.6 评估结果

对景观农业评估对象的支持服务、供给服务、调节服务和文化服务实物量评估结果进行一一论述，亦可对生态服务价值量进行评估说明。结合对比国内或国外成熟的景观农业模式，对评估结果进行分析讨论。

附录 A
(规范性)

景观农业生态服务评估数据源与计算方法

景观农业生态服务评估数据源与计算方法见表A.1。

表 A.1 景观农业生态服务评估数据源与计算方法

项目	指标类别	评价指标	数据获取方法	测算方法
供给服务	食物供给	农牧渔产品种类和数量	统计数据：采用统计年鉴数据进行量化； 实地调查：获取单位面积的品种与产量。	数理统计
	水资源供给	地表和地下水以及生活与灌溉用水量	实地观测：降雨量和蒸腾蒸散量； 统计数据：统计区域用水结构（生活和灌溉用水量）。	数理统计，模型估算（产水量模型）： $Y(x) = \left(1 - \frac{AET(x)}{P(x)}\right) \times P(x)$ $\frac{AET_{xj}}{P_x} = \frac{1 + \omega_x R_{xj}}{1 + \omega_x R_{xj} + (1/R_{xj})}$ $Y(x)$ 表示功能区 x 的年均产水量； $AET(x)$ 为功能区 x 的年实际蒸腾蒸散量； $P(x)$ 为功能区 x 的年均降雨量。 R_{xj} 为功能区 x 土地覆盖类型 j 的干旱维度， ω_x 为功能区 x 上植被的水分可利用系数
	观赏和药用植物资源	观赏植物、药用植物种类、长势、品质与种植面积	实地调查：植物种类、多度、盖度、高度、种植面积、园艺性状与药用品质。	数理统计
	生物栖息地	生态源地与生态廊道面积	实地调查：源点与条带空间分布； 遥感监测：以遥感影像或无人机遥感数据为基础，通过边缘检测技术获得边界数据，获取田块面积。	数理统计

表A.1 (续)

项目	指标类别	评价指标	数据获取方法	测算方法
调节服务	气候调节	地温与环温、降雨量、蒸发蒸腾量、风速、地表反照率、地表辐射量、O ₂ 释放量、温室气体释放和吸收量	实地观测：通过气象站直接对气候指标进行实时监测； 遥感监测：利用热红外图像对不同植被覆盖的温度格局进行监测。	数理统计，参照 LY/T 2792 采用预测模型（WRF）： $G = EL/\alpha$ G为土壤及植被年蒸发散量，相当于消耗电量，kW·h·a ⁻¹ ；E为土壤及植被蒸发散量，t·a ⁻¹ ；L为蒸发耗热系数；α为空调能效比
	水分调节	水源涵养量、蓄水深度、土壤含水量、土壤水分蒸发量	实地观测：利用气象观测站对降雨量、土壤含水量、土壤蒸散量进行观测。	数理统计，模型估算（降雨储存量法）： $Q = \sum_i P_i \times k \times (R_{bi} - R_{gi})$ Q为与裸地相比单位面积涵养水源的增加量；i为生长季节月份；P _i 为i月的多年平均降雨量；k为产流降雨量占总降雨量的比例；R _{bi} 和R _{gi} 分别为i月产流降雨条件下，裸地和景观农业用地的降雨径流率
	空气质量调节	大气颗粒物拦截能力、有害气体吸收量、负离子量	实地观测：利用野外观测站实时观测有害气体和负离子含量； 野外实验：植物吸附大气颗粒物能力进行检测	$G_{\text{负离子}} = 5.256 \times 10^{15} \times Q_{\text{负离子}} \times A \times H/L$ $G_{\text{氧气}} = 1.19A \times B_{\text{年}}$ $G_{\text{污染物}} = (Q_{\text{二氧化硫}} + Q_{\text{氯化物}} + Q_{\text{氢氧化物}} + Q_{\text{重金属}}) \times A$ G _{负离子} 为年负离子提供量，个·a ⁻¹ ；G _{氧气} 为氧气释放量，t·a ⁻¹ ；G _{污染物} 为年吸收污染物，t·a ⁻¹ ；Q为单位面积含量；A为景观农业组分面积，hm ² ；H为植被高度，m；L为离子寿命，min； B _年 为年净生产力，以上计算公式和系数参照 LY/T 1721
	侵蚀控制	土壤保持量、土壤肥力保持率、防风固沙量、地表径流量	野外实验：对土壤肥力进行测定分析，检测其肥力保持率； 地面观测：风向、风力与携带土沙量； 遥感监测：融合多种遥感技术（高分米级、亚米级遥感影像或无人机遥感数据）对地表径流和土壤保持量进行监测与反演。	预测模型（土壤流失方程 RUSLE）： $A = R \times K \times LS \times C \times P$ A为土壤流失量；R为降雨侵蚀力系数；K为土壤可侵蚀系数；LS为坡度和坡长；C为植被覆盖因子；P为土壤保护因子
	碳固存	碳储量	实地观测：地上和地下生物量； 遥感监测：根据热敏成像技术等植被面积与生物量数据，或开展区域碳储量相关参数的区域监测与反演。	$C_{AB} = 291.64 \times NDAI^{1.5842} \quad (R^2 = 0.72, P < 0.001)$ C _{AB} 代表地表植被碳储量；NDAI为归一化植被指数。可根据地上和地下碳储量之比以及植被和土壤碳储量之比，推测地下根系和土壤碳储量

表A.1 (续)

项目	指标类别	评价指标	数据获取方法	测算方法
调节服务	废弃物处理	农牧渔废弃物循环利用率、氮磷及重金属去除率、污水处理量	统计数据：统计废弃物产生量、污水净化量； 实地观测：废弃物中氮磷和重金属含量。	数理统计
	疾病调控	生物入侵类型、传染病和寄生虫病例数、抗生素使用种类和用量	实地调查	数理统计
	自然灾害调控	极端降雨量、极端温度、大风警报级别和次数、河流沟渠流量、洪水、火灾发生次数和死亡人数	统计数据	数理统计
支持服务	养分循环	碳循环、氮循环、磷循环、硫循环	实地测量； 土壤普查。	数理统计；地统计分析
	初级生产	植被年均净生产力	统计数据； 实地调查； 遥感监测。	$P = \sum_{i=1}^n B_i A_i$ P为植被年生产生物量， $t \cdot a^{-1}$ ； B_i 为 <i>i</i> 种植被净初级生产力； A_i 为 <i>i</i> 种植被面积， hm^2
	生物多样性维持	植物、动物、微生物物种多样性、生态系统多样性	实地调查：基于小尺度的样方调查，对物种多样性系数进行测算，并对景观异质性进行统计。	$D_i = D_{i1} + D_{i2} + D_{i3}, \quad D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}, \quad H = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$ D_i 为第 <i>i</i> 个样方中物种种类的总量； D_{i1} 为第 <i>i</i> 个样方中植物种类的总量； D_{i2} 为第 <i>i</i> 个样方中动物种类的总量； D_{i3} 为第 <i>i</i> 个样方中微生物种类的总量。 H 为Shannon指数； P_i 为物种 <i>i</i> 占有所有物种的比例。 D 为Simpson指数； n 为每种物种的数量； N 为样本中所有物种数量

表A.1 (续)

项目	指标类别	评价指标	数据获取方法	测算方法
文化服务	休憩和生态旅游	休憩和旅游适宜性、休憩和旅游人数、休憩点和生态园数量	问卷调查； 统计数据模型预测；GIS 空间化。	$I = \sum_{i=1}^n A_{si}, \quad V = \sum_{i=1}^n A_i N_i$ <p>I 户外休憩指数为区域适宜户外休憩面积数，为无噪音、无污染斑块面积之和；A_{si} 为第 i 个适宜斑块面积。 V 为旅游总人数，人；A_i 第 i 个园区面积，hm^2；N_i 为第 i 个园区单位面积合理环境容量范围内年适宜的旅游人数</p>
	教育和科研	研学人数、生态观测站数量、科研成果、科普基地	统计数据。	数理统计
	文化遗产	历史古迹、节日举办、参观人数、名优特产品种类和数量、农业文物的种类和数量	问卷调查； 实地调查。	数理统计

附录 B
(资料性)

景观农业生态系统服务评估数据采集格式

表 B.1 供给服务评估数据采集表

			功能区 A	功能区 B	功能区 C	功能区 D	……	汇总
面积			hm ²					
供给服务	食物供给	农作物	种; 万 t					
		禽畜	种; 万 t					
		鱼类	种; 万 t					
	水资源供给	降雨量	mm/a					
		地表水	亿 m ³					
		地下水	亿 m ³					
		生活用水	亿 m ³					
		工程用水	亿 m ³					
		农业用水	亿 m ³					
	观赏和药用植物	观赏植物	种; 株					
		药用植物	种; 株					
生物栖息地	生态源地	m ²						
	生态廊道	m ²						

表 B.2 调节服务评估数据采集表

			功能区 A	功能区 B	功能区 C	功能区 D	…	…	汇总
面积			hm ²						
调节服务	气候调节	环境温度	°C						
		地表温度	°C						
		蒸发蒸腾量	mm/(km ² ·d)						
		风速	m/s						
		地表辐射量	W/m ²						
		地表反照率	—						
		O ₂ 净释放量	t/(km ² ·a)						
		CO ₂ 净释放量	t/(km ² ·a)						
		CH ₄ 净释放量	t/(km ² ·a)						
	NO ₂ 净释放量	t/(km ² ·a)							
	水分调节	降雨量	mm/(km ² ·d)						
		蒸发蒸腾量	mm/a						
		蓄水深度	m						
		土壤蓄水量	m ³						
	空气质量调节	吸收硫化物	t/(km ² ·a)						
		吸收氯化物	t/(km ² ·a)						
		滞留粉尘颗粒	kg/(km ² ·a)						
	侵蚀控制	水土流失量	t/a						
		土壤养分流失量	t/a						
		地表径流量	m ³ /s						
	碳固存	植被碳储量							
地下根系碳储量		g/m ²							
土壤碳储量									

表B.2 (续)

			功能区 A	功能区 B	功能区 C	功能区 D	…	…	汇总
面积			hm ²						
调节服务	废弃物处理	废弃物循环利用率	—						
		氮去除率	—						
		磷去除率	—						
		重金属去除率	—						
		污水处理量	m ³						
	疾病调控	生物入侵	次/m ²						
		传染病和寄生虫病例	人/a						
		抗生素	kg/(km ² ·a)						
	自然灾害调控	极端降雨量	mm						
		极端温度	℃						
		大风警报级别和次数	级; 次						
		河流沟渠流量	m ³ /s						
洪水、火灾发生次数		次							

表 B.3 支持服务评估数据采集表

				功能区 A	功能区 B	功能区 C	功能区 D	…	…	汇总
面积				hm ²						
支持服务	养分循环	碳循环	肥料输入	mg/a						
			土壤全碳含量							
			植被碳含量							
		氮循环	肥料输入	mg/a						
			土壤全氮含量							
			植被全氮含量							
		磷循环	肥料输入	mg/a						
			土壤全磷含量							
			植被全磷含量							
		硫循环	肥料输入	mg/a						
			土壤全硫含量							
			植被全硫含量							
	初级生产	年均净生产力		t/(km ² ·a)						
		月均净生产力		t/(km ² ·a)						
	生物多样性维持	植物		种; 个						
动物		种; 个								
微生物		种; 个								

表 B.4 文化服务评估数据采集表

			功能区 A	功能区 B	功能区 C	功能区 D	汇总
面积		hm ²						
文化 服务	休憩和生态 旅游	休憩适宜性						
		园区数量	个					
		旅游人数	人/a					
	教育和科研	研学人数	人/a					
		科普基地数	个					
		生态观测站数	个					
	文化遗产 传承	历史古迹	个					
		节目举办次数	次/a					
		名优特产品种类和数量	个					
	农业文物的种类和数量	个						

附录 C
(规范性)

景观农业生态系统服务功能评估报告编制大纲

前言

- C.1 总则
 - C.1.1 生态系统服务功能评估背景
 - C.1.2 评估的必要性和意义
 - C.1.3 评估的生态学依据
 - C.1.4 评估的时空尺度
- C.2 基本概况
 - C.2.1 地理区位
 - C.2.2 自然环境基本特征
 - C.2.3 农业和旅游开发利用状况
 - C.2.4 相关政策扶持情况
- C.3 评估内容
 - C.3.1 景观农业归类与依据
 - C.3.2 关键生态系统服务功能
 - C.3.3 评估指标体系
 - C.3.4 评估方法与路径
 - C.3.5 数据源与计算公式
- C.4 评估结果
 - C.4.1 供给服务
 - C.4.1.1 食物供给
 - C.4.1.2 淡水供给
 -
 - C.4.2 调节服务
 - C.4.2.1 气候调节
 - C.4.2.2 水分调节
 -
 - C.4.3 支持服务
 - C.4.3.1 碳固存
 - C.4.3.2 生物多样性
 -
 - C.4.4 文化服务

C.4.4.1 休憩和生态旅游

C.4.4.2 教育和科研

.....

C.5 生态系统服务功能评估结论

附件：生态系统服务功能数据采集汇总表

全国团体标准信息平台

参 考 文 献

- [1] LY/T 2792 戈壁生态系统服务评估规范
-

全国团体标准信息平台