

陕 西 省 地 方 标 准

DB XXXX-XXXX

陕西省农田生态系统生产总值(GEP) 核算技术规范

Technological regulation for gross product accounting of farmland ecosystem in
Shaanxi Province

(征求意见稿)

2023 年 6 月 日

前 言

本文件根据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。

本文件由陕西省农业农村厅提出并归口。

本文件主要起草单位：西安交通大学，中国科学院地球环境研究所。

本文件主要起草人：张凡，林永航，田旭荣，王政。

引 言

为贯彻落实党中央、国务院推进农业绿色发展决策部署，落实《“十四五”全国农业绿色发展规划》，对标美丽中国建设目标，落实中央碳达峰、碳中和重大战略决策，加强陕西农业资源保护利用，提升陕西农业可持续发展能力，支持陕西农业生态系统管理，制定本文件。

本文件可以为将农业生态效益纳入经济社会发展评价体系、完善发展成果考核评价体系提供重要支撑，为建立农业生态产品价值实现机制，制定本技术规范。

陕西省农田生态系统生产总值核算技术规范

1 范围

本文件规定了农田生态系统生产总值（GEP）的核算步骤，生态产品功能量核算方法、定价方法和价值量核算方法等的要求。

本文件适用于农田生态系统生产总值（GEP）核算。

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 3038-2002 地表水环境质量标准

GB 3095-2012 环境空气质量标准

GB/T 21010-2017 土地利用现状分类

20201654-T-469 生态系统评估陆地生态系统生产总值（GEP）核算指南

3 术语和定义

以下术语和定义适用于本规范。

3.1 农田生态系统（Farmland ecosystem）

指人类在以作物为中心的农田，利用生物和非生物环境之间以及生物种群之间的相互关系，通过合理的生态结构和高效生态机能，进行能量转化和物质循环，并按人类社会需要进行物质生产的综合体。

3.2 水田（Paddy field）

指用于种植水稻、莲藕等水生农作物的耕地。包括实行水生、旱生农作物轮种的耕地。

3.3 水浇地（Irrigable land）

指有水源保证和灌溉设施，在一般年景能正常灌溉，种植旱生农作物（含蔬菜）的耕地。包括种植蔬菜的非工厂化的大棚用地。

3.4 旱地（Dry land）

指无灌溉设施，主要靠天然降水种植旱生农作物的耕地，包括没有灌溉设施，仅靠引洪淤灌的耕地。

3.5 园地 (Garden plot)

指种植以采集果、叶、根、茎、汁等为主的集约经营的多年生木本和草本作物，覆盖度大于50%或每亩株数大于合理株数70%的土地，包括用于育苗的土地。

3.6 生态系统生产总值 (Gross Ecosystem Product, GEP)

指农田生态系统为人类福祉和经济社会可持续发展提供的各种最终产品和服务价值的综合，主要包括生态系统提供的物质产品、调节服务和文化服务。

3.7 物质生产 (Material production)

指人类从农田生态系统获取的可在市场交换的各种物质产品，如食物、纤维与其他物质材料。

3.8 调节服务 (Regulating services)

指农田生态系统提供改善人类生存与生活环境的惠益，如水源涵养、固定二氧化碳、削减洪涝、氧气提供等。

3.9 文化服务 (Cultural services)

指人类从农田生态系统获得的非物质惠益，如精神感受、休闲娱乐等。

3.10 实物量 (Biophysical value)

指农田生态系统产品与服务的实物量，如粮食产量、碳固定量、氧气提供量等。

3.11 价值量 (Montary value)

指农田生态系统产品与服务的货币价值。

4 核算流程

4.1 确定核算区域范围

按行政地域单元、生态系统地域单元、特定地域单元确定农田生态系统核算区域范围。

4.2 明确核算项目分布

根据调查分析，明确核算区域范围内农田生态系统各土地利用类型及其面积、分布，绘制农田生态系统分布图。

4.3 编制生态产品清单

根据调查分析，结合地域实际情况按照表1编制核算区域范围内农田生态系统生态产品清单。

4.4 资料收集

收集整理农田生态系统生产总值核算相关文献、统计与监测等资料。

4.5 功能量核算

根据生态产品类型选择合理的功能量核算方法与技术参数，基于评估时段核算生态产品功能量。

4.6 价值量核算

根据生态产品类型和功能量，选择合理的价值量核算方法，基于评估时段核算生态产品价值量。

4.7 农田生态系统生产总值

将核算区域范围各类农田生态系统生态产品价值加和得到核算区域农田生态系统生产总值。

5 核算指标体系

陕西省农田生态系统生产总值核算主要包括农业生产物质产品价值、调节服务价值及文化服务价值。

表1 陕西省农田生态系统生产总值核算指标体系

指标类型	核算项目	实物量指标	价值量指标	核算方法
物质生产	农业生产	农业产品产量	农业产品产值	产量×价格
调节服务	水源涵养	水源涵养量	水源涵养价值	降雨量-径流量-蒸散发
	碳固定	二氧化碳固定量	碳固定价值	农田土壤固碳速率×面积×碳市场价格
	削减洪涝	洪水调蓄量	洪水调蓄价值	洪水调蓄量×水库工程造价
	氧气提供	氧气提供量	氧气提供价值	碳固定量×转换系数×制氧价格
文化服务	文教休闲	游客人数	文教休闲价值	生态农业旅游人数×平均旅行成本

6 调查与评估方法

6.1 农田生态系统物质生产价值量核算

根据陕西省农业产品产量统计数据，依据市场价值法分类核算各地区农业产品物质生产价值量，将各地区、各类农业产品价值量加和，扣除生产过程的成本投入后得到陕西省农田生态系统物质生产价值总量。

6.1.1 物质产品功能量核算方法

区域农田系统单位时间内生产的各类农产品的产量可通过相关统计资料或实地调查获取。

$$O_A = \sum_{i=1}^n O_i$$

式中：

O_A ——核算区农田系统物质产品总产量（kg/a）；

O_i ——第*i*种物质产品的产量（kg/a）；

i ——核算区农田系统物质产品的种类， $i=1, 2, 3, \dots, n$ 。

6.1.2 物质产品价值量核算方法

区域农田生产的价值收益扣除人力、物力投入后获得农田系统物质生产价值量。

$$V_{OA} = \sum_{i=1}^n (O_i \times P_i) - C_{OA}$$

V_{OA} ——核算区农田系统物质产品价值（元/a）；

P_i ——第*i*种物质产品的平均价格（元/kg）；

C_{OA} ——核算区农田生产的成本投入（元/a）。

$$C_{OA} = C_H + C_S + C_F + C_W + C_E + C_D + C_P$$

C_H ——农业生产的人力资源成本（元/a）；

C_S ——农业生产的种质资源成本（元/a）；

C_F ——农业生产的化肥农药成本（元/a）；

C_W ——农业生产的水利资源成本（元/a）；

C_E ——农业生产的电力资源成本（元/a）；

C_D ——农业生产的柴油消耗成本（元/a）；

C_P ——农业生产的农用塑料薄膜成本（元/a）。

$$C_H = H \times P_H$$

H ——核算区农业从业人员年平均数量（人）；

P_H ——核算区农业从业人员平均工资（元/人·a）。

$$C_S = \sum_{i=1}^n (S_i \times P_{Si})$$

S_i ——核算区作物*i*种子消耗数量 (kg/a) ;

P_{Si} ——核算区作物*i*种子价格 (元/kg) 。

$$C_F = \sum_{i=1}^n (F_i \times P_{Fi})$$

F_i ——核算区肥料*i*消耗数量 (kg/a) ;

P_{Fi} ——核算区肥料*i*价格 (元/kg) 。

$$C_W = Q_W \times P_W$$

Q_W ——核算区农田灌溉水消耗数量 (m³/a) ;

P_W ——核算区农业用水价格 (元/ m³) 。

$$C_E = Q_E \times P_E$$

Q_E ——核算区农田电力消耗数量 (千瓦/a) ;

P_E ——核算区电力价格 (元/千瓦) 。

$$C_D = Q_D \times P_D$$

Q_D ——核算区农田柴油消耗数量 (吨/a) ;

P_D ——核算区柴油价格 (元/吨) 。

$$C_P = Q_P \times P_P$$

Q_P ——核算区农用塑料薄膜消耗数量 (吨/a) ;

P_P ——核算区农用塑料薄膜价格 (元/吨) 。

6.2 农田生态系统调节服务价值量核算

根据各类农田系统面积,依据替代成本法对农田生态系统调节服务价值量进行核算。

6.2.1 水源涵养

对农田系统拦截滞蓄降水、涵养土壤水分、补充地下水的功能进行核算。相关数据通过气象、统计部门或实测获取。

6.2.1.1 水源涵养功能量核算方法

$$Q_{wr} = A \times (P - R - ET) \times 10^{-3}$$

Q_{wr} ——水源涵养量 (m³/a) ;

A ——核算区农田生态系统面积 (m²) ;

P ——产流降雨量 (mm/a) ;

R ——地表径流量（mm/a）；

ET ——蒸散发量（mm/a）。

6.2.1.2 水源涵养价值量核算方法

$$V_{Qwr} = Q_{wr} \times \sum_{i=1}^n (P_i \times f_i)$$

V_{Qwr} ——水源涵养价值（元/a）；

P_i ——核算区第*i*类用途用水水价（m³/元）；

f_i ——核算区第*i*类用途用水比重（%）；

i ——核算区用水分类数， $i=1, 2, 3, \dots, n$ 。

6.2.2 碳固定

农田系统碳固定功能指农田生态系统在光合作用过程中吸收二氧化碳，将其合成为有机物质，将碳固定在植物或土壤中的功能。农田作物每年收获，因此不考虑作物的固碳量，只考虑土壤固碳量。

6.2.2.1 土壤固碳功能量核算方法

$$Q_C = (Q_{CC} + Q_{NC} + PR \times Q_{SC}) \times S_A$$

Q_C ——核算区农田土壤固碳量（tC/a）；

Q_{CC} ——无固碳措施条件下的农田土壤固碳速率（tC/ha a）；

Q_{NC} ——施用化学氮肥和复合肥的农田土壤固碳速率（tC/ha a）；

Q_{SC} ——秸秆全部还田的农田土壤固碳速率（tC/ha a）；

PR ——农田秸秆还田推广施行率（%）；

S_A ——农田面积（ha）。

无固碳措施条件下，农田土壤固碳速率：

$$Q_{CC} = NSC \times BD \times H \times 0.1$$

NSC ——无化学肥料和有机肥料使用的情况下，农田土壤有机碳的变化（g/kg a）；

BD ——土壤容重（t/m³）；

H ——土壤厚度（m）。

施用化学氮肥、复合肥条件下，农田土壤固碳速率：

$$Q_{NC} = 0.6352 \times TNF - 1.0834$$

$$TNF = (NF + CF \times 0.3) / S_p$$

TNF ——单位面积耕地化学氮肥、复合肥总施用量 (kgN/ha a) ;

NF ——化学氮肥施用量 (t) ;

CF ——复合肥施用量 (t) ;

S_P ——耕地面积 (ha) 。

秸秆还田的固碳速率:

$$Q_{SC} = 17.116 \times S + 30.553$$

$$S = \sum_{j=1}^n CY_j \times SGR_j / S_P$$

S ——单位耕地面积秸秆还田量 (t/ha a) ;

CY_j ——作物 j 在当年的产量 (t) ;

SGR_j ——作物 j 的草谷比;

j ——作物类别, $j=1, 2, \dots, n$ 。

6.2.2.2 土壤固碳价值量核算方法

农田生态系统土壤固碳价值可以采用市场价值法(碳交易价格)或替代成本法(造林成本法、工业减排成本)进行核算。

$$V_C = Q_{CA} \times C_C$$

V_C ——核算区农田生态系统的固碳价值 (元/a) ;

C_C ——二氧化碳价格 (元/t) 。

6.2.3 削减洪涝

农田生态系统通过土壤和作物根系吸纳降水、缓解汛期洪涝灾害的功能。

6.2.3.1 植被洪水调蓄功能量核算方法

$$R_F = \sum_{i=1}^n ((P_i - R_i) \times A_i) \times 1000$$

R_F ——农作物洪水调蓄量 (m^3/a) ;

P_i ——暴雨降雨量 (mm) ;

R_i ——暴雨径流量 (mm) ;

i ——评估区域, $i=1, 2, \dots, n$;

A ——评估区域农田面积 (km^2) 。

6.2.3.2 植被洪水调蓄价值量核算方法

削减洪涝灾害的经济价值采用替代成本法即水库的建设成本进行核算。

$$V_{RF} = R_F \times C_{we}$$

V_{RF} ——农作物洪水调蓄价值量（元/a）；

C_{we} ——水库单位库容的工程造价及维护成本（元/m³）。

6.2.4 氧气提供

农田生态系统的氧气提供功能指作物在光合作用过程中释放出氧气的功能。

6.2.4.1 氧气提供功能量核算方法

作物生长在光合作用过程中，每吸收1mol二氧化碳，就会释放出1mol氧气。以氧气释放量作为释氧功能的评价指标。

$$Q_o = \frac{M_{O_2}}{M_{CO_2}} \times Q_c$$

Q_o ——核算区农田生态系统释氧量（tO₂/a）；

M_{O_2}/M_{CO_2} ——CO₂转化为O₂的系数，取32/44，无量纲。

6.2.4.2 氧气提供价值量核算方法

采用市场价值法核算氧气提供的价值量。

$$V_o = Q_o \times C_o$$

V_o ——核算区农田生态系统释氧价值（元/a）；

C_o ——医疗制氧价格（元/t）。

6.3 农田生态系统文化服务价值量核算

采用评估区域内农业生态旅游景观、农家乐的旅游接待人数作为文化服务的功能量评价指标，根据旅行费用法对人们通过农田生态系统文化服务获得的知识受益、休闲娱乐、美学体验等非物质价值进行核算。农业生态旅游景观名录、旅游人数通过相关部门统计数据或调查问卷获取。

6.3.1 文教休闲

$$V_r = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m N_{ij} \times C_{ij} \times T_{ij}$$

$$C_j = C_{tr,j} + C_{fb,j} + C_{ti,j}$$

V_r ——核算区农业生态系统的文化价值（元/a）；

N_{ij} ——评估区域i的第j个农业景观的观光人数（人次/a）；

C_j ——评估区域的第j个农业景观的平均旅行成本（元/天·人次）；

T_{ij} ——评估区域的农业景观平均每年的开放时间（天）；

$C_{tr,j}$ ——评估区域i的第j个农业景观的平均交通费用（元/天·人次）；

$C_{fb,j}$ ——评估区域i的第j个农业景观的平均食宿费用（元/天·人次）；

$C_{ti,j}$ ——评估区域i的第j个农业景观的平均门票费用（元/天·人次）；

7 调查与评估数据要求

陕西农田生态系统生产总值评估使用的数据主要包括监测数据、统计数据、遥感数据、实地调查数据以及参考文献数据等。评估应确认数据来源、规范，评估数据要求见表2。

表2 陕西省农田生态系统生产总值评估数据要求

序号	农田生态系统 产品价值类型	功能量单位	价值量单位	时间
1	物质生产			
1.1	产品供给	吨	亿元	评估时段
2	调节服务			
2.1	水源涵养	立方米	亿元	评估时段
2.2	碳固定	吨	亿元	评估时段
2.3	洪水调蓄	立方米	亿元	评估时段
2.4	氧气提供	吨	亿元	评估时段
3	文化服务			
3.1	文教休闲	人次	亿元	评估时段

8 成果类型

陕西农田生态系统生产总值核算成果包括专题图件和评估报告。专题图件可根据制图规范制作相应的功能量和价值量专题图件；评估报告包括GEP核算报告。

9 附录

附表1 陕西农业生态系统生产总值核算数据清单

一级指标	二级指标	所需数据	数据类型	数据来源
物质生产				
	产品供给	农业产品产量	统计数据	农业部门
		种子、化肥等生产资料	统计数据	农业部门
		水电人力等成本投入	统计数据	农业及相关统计部门
调解服务				
	水源涵养	农田面积	统计数据	农业部门或遥感监测数据
		年产流降雨量	监测数据	气象及水利部门
		年蒸发量	监测数据	气象及水利部门
		地表径流量	监测数据	气象及水利部门
	碳固定	农田土壤有机碳变化	监测数据	农业部门
		肥料用量	统计数据	农业部门
		秸秆还田量	统计数据	农业部门
		碳交易价格		排放交易所
	氧气提供	医疗制氧价格		
	洪水调蓄	暴雨降雨量	监测数据	气象及水利部门
		暴雨径流量	监测数据	气象及水利部门
		水库单位库容造价		
文化服务				
	文教休闲	观光人数	统计数据	
		旅行成本	调查问卷	市场调查

附表2 陕西农业生态系统生产总值核算价值参数

核算项目	参考价格	数据来源	
农业生产人力成本	63090 元/ a · 人	《陕西省统计年鉴2021》陕西省农业 就业人员平均工资	
水库单位库容造价			
农业水价	0.35 元/m ³	汉中石库门灌区农业用水价格	
碳交易价格	61.54 元	2022年6月全国碳排放配额价格	

附表3 陕西农田土壤有机质含量参数

行政区	耕层厚度 cm	容重 g/cm ³	数据来源
西安市	22.02	1.37	2020陕西省耕地 质量等级调查评 价数据
咸阳市	23.49	1.32	
宝鸡市	22.36	1.3	
渭南市	23.92	1.29	
铜川市	24.69	1.26	
延安市	25.5	1.26	
榆林市	20.47	1.36	
汉中市	21.4	1.27	
安康市	22.33	1.33	
商洛市	23.65	1.29	

附表4 陕西省主要农作物草谷比参考值

农作物类型	草谷比	数据来源
水稻	1.323	农业部、国家统计局2015年《全国农村可再生能源统计报表制度》西北农区主要农作物草谷比参考数据；张福春，朱志辉，1990，中国作物的收获指数. 中国农业科学。
小麦	1.23	
玉米	1.52	
棉花	3.67	
豆类	1.07	
油菜	2.985	
高粱	1.592	
花生	1.348	
谷子	1.616	
苜蓿	2.364	
向日葵	2.217	
薯类	1.22	
烟草	1.058	