

水土保持生态产品价值核算方法（试行）

一、相关概念

水土保持生态产品。指通过水土流失综合防治实现流域、区域等的生态系统质量和功能提升而提供的优质生态产品或服务“增量”，能够反映水土保持经济效益、社会效益、生态效益，且具备“商品和服务”的一般特征，具有自然属性和社会属性，包括物质供给、调节服务、文化服务三类。

物质供给。在不损害生态系统稳定性和完整性的基础上，通过因地制宜实施水土保持工程、植物、农业耕作等措施，从生态系统直接利用或转化利用获得的物质惠益，包括农业产品和林业产品。

调节服务。在不损害生态系统稳定性和完整性的基础上，通过因地制宜实施水土保持工程、植物、农业耕作等措施，提升水土保持功能和生态产品供给能力，促进提供改善人类生存环境与生活条件的享受性非物质惠益，包括水源涵养、土壤保持、物种保育、气候调节、固碳增汇、释氧、减轻面源污染、洪水调蓄等。

文化服务。在不损害生态系统稳定性和完整性的基础上，通过因地制宜实施水土保持工程、植物、农业耕作等措施，紧密结合水系综合整治、农村人居环境整治、水环境水生态

修复、乡村特色产业发展、水利遗产保护等，为提高人民生活质量提供更多更优质旅游康养服务、人居环境改善、景观美学体验、丰富文化体验等惠益，包括旅游康养、休闲游憩和宜居环境等。

水土保持生态产品功能量。在一定时期、一定地域、流域范围内，通过水土保持提升水土保持生态产品和服务的增加量。

水土保持生态产品价值量。在一定时期、一定地域、流域范围内，通过水土保持提升水土保持生态产品和服务增加量的货币价值量。

水土保持生态产品分类表

类型	一级指标	二级指标
物质供给	农业产品	种植业产品
		畜牧业产品
		水产品
	林业产品	木（竹）质林产品
		非木质林产品
调节服务	水源涵养	水源涵养
	土壤保持	减少土壤侵蚀
		减少泥沙淤积
		保持土壤肥力
	物种保育	物种保育
气候调节	植物蒸腾	

类型	一级指标	二级指标
	固碳增汇	森林及灌丛土壤固碳
		草地土壤固碳
		湿地土壤固碳
		农田土壤固碳
	释氧	释氧
	减轻面源污染	减轻面源污染
	洪水调蓄	植被洪水调蓄
库塘洪水调蓄		
湿地洪水调蓄		
文化服务	旅游康养	旅游康养
	休闲游憩	休闲游憩
	宜居环境	宜居环境

二、不同类别水土保持生态产品价值核算方法

水土保持生态产品基线值与现状值的核算方法是一致的，因此除土壤保持和减轻面源污染两类产品价值核算结果即为差值，其余产品价值需根据核算方法分别计算现状值与基线值，然后再计算差值。

（一）物质供给

1. 农业产品

农业产品是指在采取水土流失预防和治理措施后，借助农业资源或农业活动，增加的种植业产品、畜牧业产品及水产品。

(1) 种植业产品

种植业产品包括粮食及其副产品、油料及其副产品、果品、蔬菜及其制品、香辛料、食用菌及其制品、饮料作物产品、糖料及其制品、纺织用植物原料、烟草、饲用和绿肥作物、不另分类的种子、种苗及繁殖材料及其他种植业产品等¹。

功能量：用种植业产品产量作为功能量化指标，采用统计法计算，具体方法如下：

$$Y_{CP_i} = \sum_{j=1}^n Y_{CP_{ij}} \quad (\text{公式 1-1})$$

式中， Y_{CP_i} 为第*i*类种植业产品的总产量，单位根据产品的计量单位确定，如 t/a； $Y_{CP_{ij}}$ 为核算范围内第*i*类种植业产品第*j*位农户产量，单位根据产品的计量单位确定，如 t/a；*n*为农户数量。

价值量：种植业产品价值采用市场价值法进行核算，具体方法如下：

$$V_{CP} = \sum_{i=1}^m (Y_{CP_i} \times P_i \times \delta_i - C_i) \quad (\text{公式 1-2})$$

式中， V_{CP} 为核算范围内种植业产品总价值，单位元/a； P_i 为第*i*类种植业产品公布价格，单位根据生态农产品具体类型确定； δ_i 为第*i*类种植业产品的溢价系数，为实际市场价格与公布价格之比，默认为 1； C_i 为第*i*类种植业产品的人工维护和投入成本，单位元/a；*m*为核算范围内种植业产品

¹ 《农产品分类与代码》。

类型。

(2) 畜牧业产品

畜牧业产品包括家畜类、家禽类、特种经济动物类和其他畜牧业产品等¹。

功能量：用畜牧业产品产量作为功能量化指标，采用统计法计算，具体方法如下：

$$Y_{HP_i} = \sum_{j=1}^n Y_{HP_{ij}} \quad (\text{公式 1-3})$$

式中， Y_{HP_i} 为第*i*类畜牧业产品的总产量，单位根据产品的计量单位确定，如 t/a； $Y_{HP_{ij}}$ 为核算范围内第*i*类畜牧业产品第*j*位养殖户产量，单位根据产品的计量单位确定，如 t/a；*n*为养殖户数量。

价值量：畜牧业产品价值采用市场价值法进行核算，具体方法如下：

$$V_{HP} = \sum_{i=1}^m (Y_{HP_i} \times P_{Hi} \times \delta_{Hi} - C_{Hi}) \quad (\text{公式 1-4})$$

式中， V_{HP} 为核算范围内畜牧业产品总价值，单位元/a； P_{Hi} 为第*i*类畜牧业产品公布价格，单位根据畜牧业产品具体类型确定； δ_{Hi} 为第*i*类畜牧业产品的溢价系数，为实际市场价格与公布价格之比，默认为 1； C_{Hi} 为第*i*类畜牧业产品的人工维护和投入成本，单位元/a；*m*为核算范围内畜牧业产品类型。

(3) 水产品

¹ 《农产品分类与代码》。

水产品包括鱼、虾、蟹、贝、藻类和不另分类的水产品等¹。

功能量：用水产品产量作为功能量化指标，采用统计法计算，具体方法如下：

$$Y_{AP_i} = \sum_{j=1}^n Y_{AP_{ij}} \quad (\text{公式 1-5})$$

式中， Y_{AP_i} 为第*i*类水产品的总产量，单位根据产品的计量单位确定，如t/a； $Y_{AP_{ij}}$ 为核算范围内第*i*类水产品第*j*位养殖户产量，单位根据产品的计量单位确定，如t/a；*n*为养殖户数量。

价值量：水产品价值采用市场价值法进行核算，具体方法如下：

$$V_{AP} = \sum_{i=1}^m (Y_{AP_i} \times P_{Ai} \times \delta_{Ai} - C_{Ai}) \quad (\text{公式 1-6})$$

式中， V_{AP} 为核算范围内水产品总价值，单位元/a； P_{Ai} 为第*i*类水产品公布价格，单位根据水产品具体类型确定； δ_{Ai} 为第*i*类水产品的溢价系数，为实际市场价格与公布价格之比，默认为1； C_{Ai} 为第*i*类水产品的人工维护和投入成本，单位元/a；*m*为核算范围内水产品类型。

2. 林业产品

(1) 木（竹）质林产品

木（竹）质林产品指依托森林资源（森林、其他林地和

¹ 《农产品分类与代码》。

森林以外的林木)中获得的原木、竹材以及以木材、竹材为原料的加工产品¹。

功能量：用产品产量作为功能量化指标，采用统计法计算，具体方法如下：

$$Y_{WFP_i} = \sum_{j=1}^n Y_{WFP_{ij}} \quad (\text{公式 2-1})$$

式中， Y_{WFP_i} 为第*i*类木(竹)质林产品的总产量，单位根据产品的计量单位确定，如 m^3/a ； $Y_{WFP_{ij}}$ 为核算范围内第*i*类木(竹)质林产品第*j*位农户产量，单位根据产品的计量单位确定，如 m^3/a ；*n*为农户数量。

价值量：木(竹)质林产品价值采用市场价值法进行核算，具体方法如下：

$$V_{WFP} = \sum_{i=1}^m (Y_{WFP_i} \times P_{WFP_i} \times \delta_{WFP_i} - C_{WFP_i}) \quad (\text{公式 2-2})$$

式中， V_{WFP} 为核算范围内木(竹)质林产品总价值，单位元/a； P_{WFP_i} 为第*i*类木(竹)质林产品公布价格，单位根据木(竹)质林产品具体类型确定； δ_{WFP_i} 为第*i*类木(竹)质林产品的溢价系数，为实际市场价格与公布价格之比，默认为1； C_{WFP_i} 为第*i*类木(竹)质林产品的人工维护和投入成本，单位元/a；*m*为核算范围内木(竹)质林产品类型。

(2) 非木质林产品

非木质林产品指依托森林资源(森林、其他林地和森林以外的林木)、湿地资源和荒漠资源生产的除木材、竹材和

¹ 《林业及相关产品分类》。

水生动物以外其他所有的有形生物产品及其加工品，包括植物类产品及其加工品，陆生野生动物及其产品和加工品¹。

功能量：用产品产量作为功能量化指标，采用统计法计算，具体方法如下：

$$Y_{NWFP_i} = \sum_{j=1}^n Y_{NWFP_{ij}} \quad (\text{公式 2-3})$$

式中， Y_{NWFP_i} 为第*i*类非木质林产品的总产量，单位根据产品的计量单位确定，如t/a； $Y_{NWFP_{ij}}$ 为核算范围内第*i*类非木质林产品第*j*位农户产量，单位根据产品的计量单位确定，如t/a；*n*为农户数量。

价值量：非木质林产品价值采用市场价值法进行核算，具体方法如下：

$$V_{NWFP} = \sum_{i=1}^m (Y_{NWFP_i} \times P_{NWFP_i} \times \delta_{NWFP_i} - C_{NWFP_i}) \quad (\text{公式 2-4})$$

式中， V_{NWFP} 为核算范围内非木质林产品总价值，单位元/a； P_{NWFP_i} 为第*i*类非木质林产品公布价格，单位根据非木质林产品具体类型确定； δ_{NWFP_i} 为第*i*类非木质林产品的溢价系数，为实际市场价格与公布价格之比，默认为1； C_{NWFP_i} 为第*i*类非木质林产品的人工维护和投入成本，单位元/a；*m*为核算范围内非木质林产品类型。

（二）调节服务

1.水源涵养

指在采取水土流失预防和治理措施后，流域或项目区内

¹ 《林业及相关产品分类》。

生态系统通过其特有的结构和功能与水相互作用，对降水进行截留、渗透、蓄积，并通过蒸散发实现对水流、水循环的调控，主要表现在减少地表径流、补充地下水、调节河流流量等功能，最终实现增加可利用水资源量的过程。

功能量：用水源涵养量作为功能量化指标，可采用以下两种方法进行计算。

方法一：水量平衡法¹表示如下：

$$Q_{wr} = \sum_{i=1}^n A_i \times (RP_i - R_i - ET_i) \times 10^{-3} \quad (\text{公式 3-1})$$

式中， Q_{wr} 为水源涵养量，单位 m^3/a ； RP_i 为产流降雨量，单位 mm/a ； R_i 为地表径流量，单位 mm/a ； ET_i 为蒸散发量，单位 mm/a ； A_i 为 i 类生态系统的面积，单位 m^2 ； i 为生态系统类型； n 为生态系统类型总数。

方法二：水量供给法²表示如下：

$$Q_{wr} = (UQ_w - TQ_w) + (LQ_w - EQ_w) \times (1 - \delta) \quad (\text{公式 3-2})$$

式中， Q_{wr} 为水源涵养量，单位 m^3/a ； UQ_w 为核算区内的用水量，单位包括工业、生活用水量，单位 m^3/a ； TQ_w 为跨流域净调水量，单位 m^3/a ； LQ_w 为区域出境水量，单位 m^3/a ； EQ_w 为区域入境水量，单位 m^3/a ； δ 为区域产流径流系数。

价值量：水源涵养价值采用市场价值法（替代工程法）

¹《陆地生态系统生产总值（GEP）核算技术指南》《生态产品总值核算规范（试行）》《山东省生态产品总值（GEP）核算技术规范 陆地生态系统（试行）》《生态保护红线监管技术规范生态功能评价（试行）》。

²《陆地生态系统生产总值（GEP）核算技术指南》《生态产品总值核算技术规范》《山东省生态产品总值（GEP）核算技术规范 陆地生态系统（试行）》。

¹进行核算:

$$V_{wr} = Q_{wr} \times C_{we} \quad (\text{公式 3-3})$$

式中, V_{wr} 为水源涵养价值, 单位元/a; Q_{wr} 为核算区内总的水源涵养量, 单位 m^3/a ; C_{we} 为水资源交易市场价格, 单位元/ m^3 ; 当交易市场未建立时, 以水库建设的工程及维护成本或水资源影子价格替代, 水库单位库容的工程造价及维护成本, 单位元/ m^3 。

现也有计算方式考虑到了水库单位库容的年运营成本、水库单位库容的工程造价和水库年折旧率等指标², 计算如下:

$$V_{wr} = Q_{wr} \times (P_{we} + C_{we} \times D_r) \quad (\text{公式 3-4})$$

式中, V_{wr} 为水源涵养价值, 单位元/a; Q_{wr} 为水源涵养量, 单位 m^3/a ; P_{we} 为水库单位库容的年运营成本, 单位元/ m^3 ; C_{we} 为水库单位库容的工程造价, 单位元/ m^3 ; D_r 为水库年折旧率。

2. 土壤保持

土壤保持指在采取水土流失预防和治理措施后, 新的生态系统通过林冠层、林下植被、枯落物层、根系等各个层次消减雨水对土壤的侵蚀程度, 从而增加土壤抗蚀性、减少表层土壤流失、保持甚至提升土壤性质的功能, 包括减少土壤侵蚀、减少泥沙淤积和保持土壤肥力等。

(1) 减少土壤侵蚀

1 《陆地生态系统生产总值 (GEP) 核算技术指南》《生态保护红线监管技术规范生态功能评价(试行)》。

2 《生态产品总值核算技术规范》《山东省生态产品总值 (GEP) 核算技术规范 陆地生态系统 (试行)》。

减少土壤侵蚀指在采取水土流失预防和治理措施后，坡面等易发生水土流失的地区减少的土壤损失量。

功能量：减少土壤侵蚀功能量可根据实测数据或以下公式计算：

$$Q_{SE} = R \times K \times L \times S \times B \times E \times T \quad (\text{公式 4-1})$$

式中， Q_{SE} 为土壤侵蚀量，单位 $t/(km^2 \cdot a)$ ； R 为降水侵蚀力因子，单位 $MJ \cdot mm/(km^2 \cdot h \cdot a)$ ； K 为土壤可侵蚀性因子，单位 $t \cdot h/(MJ \cdot mm)$ ； L 为坡长因子； S 为坡度因子； B 为生物措施因子； E 为工程措施因子； T 为耕作措施因子，横坡耕作取值 0.5，顺坡耕作取值 1。

价值量：减少土壤侵蚀的价值量用替代成本法表示¹，具体方法如下：

$$V_{SE} = Q_{SE} \times A_s \div \rho \times P_s \quad (\text{公式 4-2})$$

式中， V_{SE} 为减少的土壤侵蚀的价值量，单位元/a； A_s 为减少的土壤侵蚀的面积，单位 km^2 ； ρ 为土壤容重，单位 t/m^3 ； P_s 为减少侵蚀的土壤的价格，若采用工程用土价格，则需计算“保持土壤肥力”项，若采用种植土价格，则已考虑土壤肥力价值，无需计算“保持土壤肥力”项，单位元/ m^3 。

(2) 减少泥沙淤积

减少泥沙淤积指在采取水土流失预防和治理措施后，某一河段减少的外来（上游等）的泥沙淤积量。

功能量：减少泥沙淤积功能量可根据实测数据或以下公

¹ 《生态保护红线监管技术规范生态功能评价(试行)》《生态系统生产总值(GEP)核算技术规范》。

式计算:

$$Q_{SA} = R \times K \times L \times S \times B \times E \times T \times R_{sl} \times R_{gu} \quad (\text{公式 4-3})$$

式中, Q_{SA} 为减少泥沙淤积量, 单位 $t/(km^2 \cdot a)$; R 为降水侵蚀力因子, 单位 $MJ \cdot mm/(km^2 \cdot h \cdot a)$; K 为土壤可侵蚀性因子, 单位 $t \cdot h/(MJ \cdot mm)$; L 为坡长因子; S 为坡度因子; B 为生物措施因子; E 为工程措施因子; T 为耕作措施因子, 横坡耕作取值 0.5, 顺坡耕作取值 1; R_{sl} 为坡面泥沙输移比; R_{gu} 为沟道泥沙输移比; R_{sl} 和 R_{gu} 具体数值根据各地实际情况率定。

价值量: 减少泥沙淤积的价值量用替代成本法表示¹, 具体方法如下:

$$V_{SA} = per \times Q_{SA} \times C_{RD} \div \rho \quad (\text{公式 4-4})$$

式中, V_{SA} 为减少泥沙淤积的价值, 单位元/a; per 为土壤侵蚀流失泥沙淤积于水库、河流、湖泊, 需清淤作业的比例, 通常取 24%; C_{RD} 为水库工程清淤平均费用, 单位元/ m^3 ; ρ 为土壤容重, 单位 t/m^3 。

(3) 保持土壤肥力

保持土壤肥力指在采取水土流失预防和治理措施后, 土壤受生态系统影响, 恢复其化学性质, 改变土壤中有机质和氮磷钾含量的功能。

功能量: 保持土壤肥力用土壤肥力提升量为功能量化指标, 可根据实测数据或以下公式计算:

¹ 《生态保护红线监管技术规范生态功能评价(试行)》《生态系统生产总值(GEP)核算技术规范》。

$$M_N = M_A \times CO_N \quad (\text{公式 4-5})$$

$$M_P = M_A \times CO_P \quad (\text{公式 4-6})$$

$$M_K = M_A \times CO_K \quad (\text{公式 4-7})$$

$$M_{OM} = M_A \times CO_{OM} \quad (\text{公式 4-8})$$

式中， M_N 、 M_P 、 M_K 和 M_{OM} 分别指土壤保持区内土壤中 N、P、K 和 OM 的质量，单位 t； M_A 指土壤保持区内土壤的质量，单位 t； CO_N 、 CO_P 、 CO_K 和 CO_{OM} 为土壤中 N、P、K 和 OM 的纯含量，单位%。

价值量：用市场价值法进行核算，公式如下：

$$V_M = M_A \times P_F \quad (\text{公式 4-9})$$

式中， V_M 为保持土壤肥力的价值，单位元； P_F 为相应土壤用作肥料的价格，与 M_N 、 M_P 、 M_K 和 M_{OM} 大小有关，单位元/t。

3. 物种保育

物种多样性保育对人类生活或生存非常重要，其具体指在采取水土流失预防和治理措施后，改善流域或项目区内生态系统生物多样性（植物、动物等）的功能。

功能量：用 Shannon-Wiener 多样性指数 H' 作为功能量化指标，用于测量群落的异质性¹。Shannon-Wiener 多样性指数计算公式如下。

¹ 《生态保护红线监管技术规范生态功能评价（试行）》。

$$H' = - \sum (p_i \times \ln p_i) \quad (\text{公式 5-1})$$

式中， p_i 为第*i*个物种个体数占物种总数的比例。

价值量：物种保育价值采用替代市场法进行核算，核算方法按照 Shannon-Wiener 指数分级计算：

$$V_{sw} = \sum (C_{swi} \times A_{swi}) \quad (\text{公式 5-2})$$

式中， V_{sw} 为物种多样性价值，单位元/a； C_{swi} 为各级 Shannon-Wiener 指数对应的单位面积价格，单位元/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$)， A_{swi} 为各级 Shannon-Wiener 指数对应的面积，单位 hm^2 。其中 Shannon-Wiener 指数等级划分及保育价格参照 GB/T 38582—2020《森林生态系统服务功能评估规范》执行¹。

4. 气候调节

指在采取水土流失预防和治理措施后，流域或项目区内生态系统通过植被蒸腾作用吸收太阳能，从而调节温度、湿度、改善人居环境舒适程度的功能，即生态系统降低温度、增加湿度所对应的人工调节措施（使用空调）的耗能量。

功能量：植被生态系统蒸腾消耗能量的具体计算方法如下²：

$$E_p = \frac{\sum (EPP_i \times A_i) \times D}{ER \times 3600} \quad (\text{公式 6-1})$$

式中， E_p 为植被生态系统蒸腾耗能，单位 $\text{kW} \cdot \text{h/a}$ ； EPP_i 为不同植被生态系统单位面积蒸腾消耗的热量，单位

¹ 《森林生态系统服务功能评估规范》。

² 《生态系统生产总值（GEP）核算技术规范 陆域生态系统》。

$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$; A_i 为不同植被生态系统的面积, 单位 m^2 ; ER 为空调效能比, 无量纲; D 为空调开放天数, 取值 90d/a ; 系数 3600 为单位转化系数, 即 $1\text{kW} \cdot \text{h} = 3600\text{kJ}$ 。

价值量: 植物蒸腾价值量用替代成本法表示, 方法如下¹:

$$V_{EP} = E_p \times P_e \quad (\text{公式 } 6 - 2)$$

式中, V_{EP} 为植物蒸腾价值, 单位元/a; P_e 为电价, 单位元/ $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

5. 固碳增汇

指在采取水土流失预防和治理措施后, 流域或项目区内生态系统通过植物和动物通过生物过程吸收大气中二氧化碳合成有机物, 将碳固定在植物或土壤中的功能, 包括森林及灌丛土壤固碳、草地土壤固碳、湿地土壤固碳和农田土壤固碳。

功能量²:

$$Q_{CO_2} = FCS + GSCS + WCS + CSCS \quad (\text{公式 } 7 - 1)$$

式中, Q_{CO_2} 为生态系统固碳总量, 单位 tC/a ; FCS 为森林(及灌丛)土壤固碳量, 单位 tC/a ; $GSCS$ 为草地土壤固碳量, 单位 tC/a ; WCS 为湿地土壤固碳量, 单位 tC/a ; $CSCS$ 为农田土壤固碳量, 单位 tC/a 。

(1) 森林及灌丛土壤固碳功能量

$$FCS = FCSR \times A_{sf} \times (1 + \lambda) \quad (\text{公式 } 7 - 2)$$

1 《生态系统生产总值(GEP)核算技术规范》。

2 《生态产品总值核算规范(试行)》。

式中， $FCSR$ 为森林及灌丛土壤的固碳速率，单位 $tC/(ha \cdot a)$ ； A_{sf} 为森林及灌丛面积，单位 ha ； λ 为森林及灌丛土壤固碳系数。

(2) 草地土壤固碳功能量

$$GSCS = GSR \times A_{sg} \quad (\text{公式 } 7-3)$$

式中， GSR 为草地土壤的固碳速率，单位 $tC/(ha \cdot a)$ ； A_{sg} 为草地面积，单位 ha 。

(3) 湿地土壤固碳功能量

$$WCS = \sum_{i=1}^n SCSR_i \times A_{sw} \times 10^{-2} \quad (\text{公式 } 7-4)$$

式中， $SCSR_i$ 为第 i 类水域湿地土壤的固碳速率，单位 $gC/(m^2 \cdot a)$ ； A_{sw} 为水域湿地的面积，单位 ha 。

(4) 农田土壤固碳功能量

$$CSCS = (BSS + SCSR_N + PR \times SCSR_s) \times A_{sc} \quad (\text{公式 } 7-5)$$

式中， BSS 为无固碳措施条件下的农田土壤固碳速率，单位 $tC/(ha \cdot a)$ ； $SCSR_N$ 为施用化学氮肥和复合肥的农田土壤固碳速率，单位 $tC/(ha \cdot a)$ ； $SCSR_s$ 为秸秆全部还田的农田土壤固碳速率，单位 $tC/(ha \cdot a)$ ； PR 为农田秸秆还田推广施行率，单位%； A_{sc} 为农田面积，单位 ha 。

$$BSS = NSC \times \rho \times h \times 0.1 \quad (\text{公式 } 7-6)$$

式中， NSC 为无化学肥料和有机肥料施用的情况下，我国农田土壤有机碳的变化，单位 $gC/(kg \cdot a)$ ； ρ 为各省土壤容重，单位 g/cm^3 ； h 为土层厚度，单位 cm 。

施用化学氮肥和复合肥的农田土壤固碳速率:

$$\text{东北农区: } SCSR_N = 1.7385 \times TNF - 104.03 \quad (\text{公式 7-7})$$

$$\text{华北农区: } SCSR_N = 0.5286 \times TNF + 1.5973 \quad (\text{公式 7-8})$$

$$\text{西北农区: } SCSR_N = 0.6352 \times TNF - 1.0834 \quad (\text{公式 7-9})$$

$$\text{南方农区: } SCSR_N = 1.5339 \times TNF - 266.7 \quad (\text{公式 7-10})$$

式中, TNF 为单位面积耕地化学氮肥、复合肥总施用量, 单位 $\text{kgN}/(\text{ha}\cdot\text{a})$, 计算公式如下:

$$TNF = (NF + CF \times 0.3) \div A_p \quad (\text{公式 7-11})$$

式中, NF 和 CF 为化学氮肥和复合肥施用量, 单位 kgN/a ; A_p 为耕地面积, 单位 ha 。

秸秆还田的农田土壤固碳速率:

$$\text{东北农区: } SCSR_S = 40.524 \times A_F + 340.33 \quad (\text{公式 7-12})$$

$$\text{华北农区: } SCSR_S = 40.607 \times A_F + 181.9 \quad (\text{公式 7-13})$$

$$\text{西北农区: } SCSR_S = 17.116 \times A_F + 30.553 \quad (\text{公式 7-14})$$

$$\text{南方农区: } SCSR_S = 43.548 \times A_F + 375.1 \quad (\text{公式 7-15})$$

式中, A_F 为单位耕地面积秸秆还田量, 单位 $\text{t}/(\text{ha}\cdot\text{a})$ 。

计算方法如下式所示:

$$A_F = \sum_{j=1}^n CY_j \times SGR_j \div A_p \quad (\text{公式 7-16})$$

式中, CY_j 为作物 j 在当年的产量, 单位 t ; A_p 为耕地面

积，单位 ha； SGR_j 为作物 j 的草谷比。

价值量：森林及灌丛土壤固碳、草地土壤固碳、湿地土壤固碳和农田土壤固碳的价值量计算方法一样，具体方法如下¹：

$$V_{cf} = Q_{CO_2} \times C_C \quad (\text{公式 7-17})$$

式中， V_{cf} 为生态系统固碳价值，单位元/a； C_C 为碳减排交易价格，单位元/t。

6. 释氧

指在采取水土流失预防和治理措施后，流域或项目区内自然生态系统通过植物光合作用释放氧气，维持大气氧气稳定的功能。

功能量：采用治理后流域或项目区内氧当量作为功能量指标，计算方法如下²：

$$Q_{OP} = M_{O_2}/M_{CO_2} \times Q_{CO_2} \quad (\text{公式 8-1})$$

式中， Q_{OP} 为生态系统释氧量，单位 t/a； $M_{O_2}/M_{CO_2} = 32/44$ 为 CO_2 转化为 O_2 的系数； Q_{CO_2} 为生态系统固碳量，单位 tC/a。

价值量：生态系统释放的氧气多用替代市场法³作为核算基础。具体表示如下：

1 《陆地生态系统生产总值（GEP）核算技术指南》。

2 《生态系统生产总值（GEP）核算技术规范》《陆地生态系统生产总值（GEP）核算技术指南》《山东省生态产品总值（GEP）核算技术规范 陆地生态系统（试行）》。

3 《陆地生态系统生产总值（GEP）核算技术指南》《山东省生态产品总值（GEP）核算技术规范 陆地生态系统（试行）》。

$$V_{OP} = Q_{OP} \times C_{O_2} \quad (\text{公式 } 8-2)$$

式中， V_{OP} 为生态系统释氧价值，单位元/a； Q_{OP} 为生态系统氧气释放量，单位 t/a； C_{O_2} 为工业制氧价格，单位元/t。

7.减轻面源污染

指在采取水土流失预防和治理措施后，流域或项目区内生态系统（森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、农田生态系统等）在减少水土流失量的同时，拦截的土壤中氮、磷等物质形成面源污染的量。

功能量：减少的污染物总量计算方法如下¹：

$$Q_{dpd} = \sum_{i=1}^n Q_{sr} \times c_i \quad (\text{公式 } 9-1)$$

式中， Q_{dpd} 为减少面源污染量，单位 t/a； Q_{sr} 为土壤保持量，单位 t/a； n 为土壤中物质种类总量； i 为土壤中氮、磷等物质种类数量， $i = 1, 2, \dots, n$ ； c_i 为土壤中第 i 种物质的纯含量，单位%。

价值量：

$$V_{dpd} = \sum_{i=1}^n Q_{dpci} \times q_i \quad (\text{公式 } 9-2)$$

式中， V_{dpd} 为生态系统减少面源污染价值，单位元/a； Q_{dpci} 为第 i 类面源污染物的减少量，单位 t/a； q_i 为第 i 类面源污染物单位处理成本，单位元/t； n 为面源污染物数量。

8.洪水调蓄

指在采取水土流失预防和治理措施后，自然生态系统依

¹ 《生态产品总值核算技术规范》。

托其特殊的生态结构和水文物理性质，通过吸纳大量的降水和过境水，蓄积洪峰水量，削减并滞后洪峰，以缓解汛期洪峰造成的威胁和损失的功能。洪水调蓄分为植被洪水调蓄、库塘洪水调蓄和湿地洪水调蓄。

功能量：

$$Q_{PC} = C_{vc} + C_{rc} + C_{mc} \quad (\text{公式 } 10 - 1)$$

式中， Q_{PC} 是洪水调蓄量，单位 m^3/a ； C_{vc} 为植被洪水调蓄量，单位 m^3/a ； C_{rc} 为水库防洪库容，单位 m^3/a ； C_{mc} 为湿地洪水调蓄量，单位 m^3/a 。

(1) 植被洪水调蓄

指在采取水土流失预防和治理措施后，森林、灌丛、草地等通过其生理功能吸收水分，减少洪水流量，并在蒸散发作用下适时排出水分，以调节水分的能力。

具体表示如下¹：

$$C_{vc} = \sum_{i=1}^n (P_h - R_{fi}) \times A_{iv} \times 10^{-3} \quad (\text{公式 } 10 - 2)$$

式中， P_h 为大暴雨产流降雨量，单位 mm ； R_{fi} 为第 i 种生态系统产生的地表径流深，单位 mm ； A_{iv} 为第 i 种自然植被生态系统的面积，单位 km^2 ； i 为自然植被生态系统类型， $i = 1, 2, \dots, n$ ； n 为自然植被生态系统类型数量。

(2) 库塘洪水调蓄

指在采取水土流失预防和治理措施后，项目区内水库及

¹ 《生态系统生产总值（GEP）核算技术规范 陆域生态系统》《陆地生态系统生产总值（GEP）核算技术指南》。

坑塘利用其库容（蓄积量），在降水等事件发生时减少的洪水和增加的常水流量。具体表示如下¹：

方法一：

$$C_{rc} = 0.35 \times C_t \quad (\text{公式 } 10 - 3)$$

式中， C_t 为水库总库容，单位 m^3 。

方法二：

$$C_{rc} = C_i - C_u \quad (\text{公式 } 10 - 4)$$

式中， C_i 为洪水期水库进水总量，单位 m^3/a ； C_u 为洪水期水库出水总量，单位 m^3/a 。

（3）湿地洪水调蓄

指在采取水土流失预防和治理措施后，新生态系统内湿地通过暂时蓄积洪峰水量，而后缓慢泄出，削减并滞后洪峰，从而减轻河流水系洪水威胁的能力。具体表示如下²：

$$C_{mc} = C_{SWS} + C_{sr} \quad (\text{公式 } 10 - 5)$$

$$C_{SWS} = A_m \times H_s \times \rho_m \times (F_m - E_m) \times 10^6 \div \rho_w \quad (\text{公式 } 10 - 6)$$

$$C_{sr} = A \times H_{ms} \times 10^6 \quad (\text{公式 } 10 - 7)$$

式中， C_{SWS} 为湿地土壤蓄水量，单位 m^3/a ； C_{sr} 为湿地地表滞水量，单位 m^3/a ； A_m 为湿地总面积，单位 km^2 ； H_s 为湿地土壤蓄水深度，单位 m ； ρ_m 为湿地土壤容重，单位 g/cm^3 ；

¹ 《陆地生态系统生产总值（GEP）核算技术指南》。

² 《陆地生态系统生产总值（GEP）核算技术指南》《生态系统生产总值（GEP）核算技术规范 陆域生态系统》。

ρ_w 为水的密度，单位 g/cm^3 ； F_m 为湿地土壤饱和含水率，无量纲； E_m 为湿地洪水淹没前的自然含水率，无量纲； A 为湿地总面积，单位 km^2 ； H_{ms} 为湿地地表滞水高度，单位 m 。

价值量：洪水调蓄作为纯公益性功能产出，无法用市场交易进行定价，因此洪水调蓄价值量采用替代市场法进行核算。植被洪水调蓄、库塘洪水调蓄和湿地洪水调蓄的计算方法相同，具体表示如下¹：

$$V_{FL} = Q_{PC} \times P_{EO} \quad (\text{公式 } 10 - 8)$$

式中， V_{FL} 为洪水调蓄价值，单位元/a； P_{EO} 为水库单位库容的工程造价和运营成本，单位元/ m^3 。

（三）文化服务

1. 旅游康养

指以水系、村庄和城镇周边为重点，依托绿水青山、田园风光、乡土文化、水利遗产等优势条件，因地制宜实施小流域综合治理提质增效，促进生态旅游、休闲康养等乡村特色产业发 展，增加经济社会效益的功能。

功能量：用游客人次作为功能量化指标，具体计算如下²：

$$N = \sum_{i=1}^n N_i \quad (\text{公式 } 11 - 1)$$

式中， N 分别为游客、康养总人次，单位万人次/a； N_i 为旅游景区、农家乐、游乐场的游客人次，单位万人次/a； n

1 《陆地生态系统生产总值（GEP）核算技术指南》《生态系统生产总值（GEP）核算技术规范 陆域生态系统》。

2 《生态产品总值核算技术规范》《山东省生态产品总值（GEP）核算技术规范 陆地生态系统（试行）》。

为核算范围内旅游景区、农家乐、游乐场数量。

价值量：生态旅游价值用旅行费用法核算，有两种计算方法，分别如下：

方法 1¹：

$$V_r = \sum_{j=1}^n N_j \times TC_j \times NC_j \quad (\text{公式 11-2})$$

$$TC_j = (TO_j \times S_j + TI_j) \times W_j \times \gamma + C_j \quad (\text{公式 11-3})$$

$$C_j = C_{tc,j} \times S_j + C_{lj,j} + C_{ef,j} + C_{n,j} \quad (\text{公式 11-4})$$

式中， V_r 为被核算地区的旅游康养价值，单位元/a； N_j 为 j 类游客的总人次，单位人次/a； j 为一类型可根据消费类型或客源地划分，如按照游客来源区域划分， $j = 1, 2, \dots, n$ ； TC_j 为 j 类游客的平均旅行成本，单位元/人次； NC_j 为 j 类游客的平均旅行成本中对自然景观倾向度，单位%，值域[0,100]； TO_j 为 j 类游客用于抵达核算地的旅途平均时间，单位 d/次； TI_j 为 j 类游客用于核算地点旅游的平均时间，单位 d/次； W_j 为 j 类游客的平均工资，单位元/人天； γ 为工作工资与休闲时间成本的折算系数，值域为(0,1]； S_j 为抽样调查中，自然景区中 j 类游客此行的平均时间分担率，单位%，值域[0,100]，100%代表仅以此自然景区为旅游目的地； C_j 为 j 类游客花费的平均直接旅行费用，其中包括 j 类游客到核算区域的旅途交通费用 $C_{tc,j}$ 、景区内食宿花费 $C_{lj,j}$ 、景区门票和交通费用 $C_{ef,j}$ 和旅游带动的购物、娱乐等延伸相关花费 $C_{n,j}$ ，单位均为

1 《生态产品总值核算技术规范》。

元/人次； n 为游客类型数量。

方法 2¹：

$$V_r = \sum_{j=1}^n N_j \times TC_j \quad (\text{公式 11-5})$$

$$TC_j = T_j \times W_j + C_j \quad (\text{公式 11-6})$$

$$C_j = C_{tc,j} + C_{lj,j} + C_{ef,j} + C_{n,j} \quad (\text{公式 11-7})$$

式中， V_r 为旅游康养价值，单位元/a； N_j 为 j 地到自然景区旅游的总人数，单位人次/a； j 为到自然景区的游客所在区域， $j=1, 2, \dots, n$ ； TC_j 为来自 j 地的游客的平均旅行成本，单位元/人次； T_j 为来自 j 地的游客用于旅途和在自然景区旅游的平均时间，单位天/次； W_j 为来自 j 地的游客的当地平均工资，单位元/人天； C_j 为来自 j 地的游客花费的平均直接旅行费用，单位元/人次，其中包括游客从 j 地到自然景区的交通费用 $C_{tc,j}$ 、食宿花费 $C_{lj,j}$ 、门票费用 $C_{ef,j}$ 和旅游带动的购物、娱乐等延伸相关花费 $C_{n,j}$ ，单位均为元/人次。

2. 休闲游憩

指以水系、村庄和城镇周边为重点，统筹实施水土流失综合治理、流域水系整治等，因地制宜发挥水利遗产等优势，为周边人群提供休闲活动型自然空间和美学体验、精神愉悦等服务。

功能量：治理后流域或项目区内休闲活动型自然空间的

¹ 《山东省生态产品总值（GEP）核算技术规范 陆地生态系统（试行）》。

休闲游憩总人时，公式如下¹：

$$N_{pt} = \sum_{i=1}^n N_{pti} \quad (\text{公式 } 12 - 1)$$

式中， N_{pt} 为休闲游憩总人时，单位人·时/a； N_{pti} 为第*i*区休闲游憩总的人时数，单位人·时/a。

价值量：运用替代成本法核算治理后流域或项目区内休闲游憩服务价值，公式如下²：

$$V_{pt} = N_{pt} \times C_{pt} \quad (\text{公式 } 12 - 2)$$

式中， V_{pt} 为休闲游憩服务价值，单位元/a； C_{pt} 为当地单位时间人均工资，单位元/（人·时）。

3. 宜居环境

指以水系、村庄和城镇周边为重点，统筹实施水土流失综合治理、流域水系整治、生活污水和农村生活垃圾治理，改善流域或项目区内农村人居环境，因地制宜结合水利遗产保护等，为周边人群提供美学体验、精神愉悦等服务，从而提高周边土地、房产价值。

功能量：治理后流域或项目区内人居环境改善的情况，具体通过调查计算流域或项目区内自住房面积，公式如下¹：

$$A_{lp} = \sum_{i=1}^n A_{li} \quad (\text{公式 } 13 - 1)$$

式中， A_{lp} 为获得增值的自住房面积，单位 m^2/a ； A_{li} 为第*i*区获得增值的自住房面积，单位 m^2/a 。

1 《生态产品总值核算规范（试行）》。

2 《生态产品总值核算规范（试行）》。

价值量：运用市场价值法核算宜居环境的溢价价值，公式如下¹：

$$V_{lp} = A_{lp} \times \bar{C} \times u \times RR \quad (\text{公式 } 13 - 2)$$

式中， V_{lp} 为宜居环境价值总量，单位元/a； \bar{C} 为区域现有自住房的平均价格，单位元/m²； u 为区域自住房折旧率； RR 为自有住房价值的景观溢价系数。

三、规范性引用文件

(一) 国家、行业及地方标准

- GB 3095—2012 环境空气质量标准
- GB 3838—2002 地表水环境质量标准
- GB/T 38582—2020 森林生态系统服务功能评估规范
- GB/T 28058—2011 海洋生态资本评估技术导则
- GB/T 20465—2006 水土保持术语
- GB/T 15774—2008 水土保持综合治理效益计算方法
- SL/T 534—2023 生态清洁小流域建设技术规范
- SL 395—2007 地表水资源质量评价技术规程
- NY/T3177—2018 农产品分类与代码
- LY/T2987—2018 林业及相关产品分类
- HJ 1142—2020 生态保护红线监管技术规范生态功能评价（试行）
- DB11/T 2059—2022 生态产品总值核算技术规范
- DB 3410/T 12—2021 生态系统生产总值（GEP）核算技术规范

DB 33/T 2274—2020 生态系统生产总值（GEP）核算技术规范 陆域生态系统

陆地生态系统生产总值（GEP）核算技术指南

山东省生态产品总值（GEP）核算技术规范 陆地生态系统（试行）

（二）相关文件

中共中央办公厅、国务院办公厅《关于建立健全生态产品价值实现机制的意见》

中共中央办公厅、国务院办公厅《关于加强新时代水土保持工作的意见》

国务院办公厅《关于鼓励和支持社会资本参与生态保护修复的意见》

国家发展改革委、国家统计局《生态产品总值核算规范（试行）》