

# DB2327

## 黑龙江省大兴安岭地方标准

DB2327/T 049-2022

### 大兴安岭地区生态产品总值（GEP） 核算指南与技术办法

地方标准信息服务平台

2022-09-14 发布

2022-09-18 实施

大兴安岭地区行政公署市场监督管理局 发布

## 目 次

前言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 核算边界与指标体系.....	2
5 核算方法与数据来源.....	4
6 质量保证和文件存档.....	15
附录 A（资料性附录） 土壤保持实物量核算参数.....	16
参 考 文 献.....	18

地方标准信息服务平台

## 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部分可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由大兴安岭地区行政公署发展和改革委员会提出并归口。

本文件起草单位：东北林业大学、中国科学院生态环境研究中心、大兴安岭地区行政公署发展和改革委员会、大兴安岭地区行政公署林业和草原局、大兴安岭林业集团公司战略规划与计划统计处、大兴安岭林业集团公司产业发展处、塔河县发展和改革委员会

本文件主要起草人：黄颖利、李欢、李金茹、孟兵站、欧阳志云、乔振华、秦会艳、孙晨、王玺泮、杨敬、张梦、郑龙、敖日格勒、程洪波、赵雨昕、周伟、秦凯

本文件属首次发布。

地方标准信息服务平台

# 大兴安岭地区生态产品总值（GEP）核算指南与技术办法

## 1 适用范围

本文件规定了生态产品总值（GEP）的核算指标体系、核算步骤和核算方法。

本文件适用于在黑龙江省大兴安岭地区辖区内开展生态产品总值（GEP）核算工作。

## 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 3838 地表水环境质量标准
- GB/T 14848 地下水环境质量标准
- GB/T 21010 土地利用现状分类
- GB/T 38582 森林生态系统服务功能评估规范
- LY/T 2407 森林资源资产评估技术规范
- LY/T 2735 自然资源（森林）资产评价技术规范
- LY/T 2899 湿地生态系统服务评估规范
- LY/T 2908—2017 主要树种龄级与龄组划分

## 3 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

### 3.1 生态系统 ecosystem

生态系统是指地球表面生物及其环境通过能流、物流、信息流形成的功能整体。生态系统包括森林生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、荒漠生态系统、农田生态系统、城市生态系统、海洋生态系统等类型。

### 3.2 生态系统服务 ecosystem services

人类从生态系统中得到的惠益，包括物质产品供给、调节服务、人居文化服务等。

### 3.3 生态产品总值 gross ecosystem product, GEP

生态产品总值，是指一定区域在一定时间内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与服务的货币价值总和，主要包括生态系统提供的物质产品供给、调节服务和人居文化服务。

### 3.4 物质产品 material services

人类从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、木材、药物、装饰材料与其他物质材料。

### 3.5 调节服务 regulating services

生态系统提供改善人类生存与生活环境的惠益，如调节气候、涵养水源、保持土壤、调蓄洪水、降解污染物、固定二氧化碳、氧气提供等。

### 3.6 人居文化服务 cultural services

包括生态文化和人居环境生态系统服务，其中生态文化指人类从自然生态系统获得具有精神感受、休闲娱乐等的文化惠益。

### 3.7 实物量 biophysical value

生态产品与服务的实物量，如粮食产量、木材生产量、水产品捕捞量、洪水调蓄量、土壤保持量、碳固定量与景点旅游人数等。

### 3.8 价值量 monetary value

生态系统产品与服务的货币价值。

## 4 核算边界与指标体系

### 4.1 核算边界

核算主体应以大兴安岭地区行政区域为界，或大兴安岭地区境内具有明确地理边界的主体，核算范围包括核算边界内生态系统产生的物质产品供给、调节服务和人居文化服务的总价值量。核算时间一般以自然年度为核算单位，可以核算一个自然年度的 GEP，也可以核算多个自然年份的 GEP。核算过程中应避免重复计算或漏算。

### 4.2 指标体系

生态产品总值核算指标体系由物质产品、调节服务和人居文化服务 3 个一级指标、16 个二级指标构成，其中，物质产品主要包括 7 个二级指标；调节服务主要包括 7 个二级指标；文化服务主要包括 2 个二级指标。详见表 1、表 2。

表 1 生态产品总值（GEP）核算指标

一级指标	二级指标	核算内容	指标说明
物质产品	农业产品	农业产品产值	从农业生态系统中获得的初级产品，如小麦、玉米、花生、大豆、马铃薯、茶叶、药材、水果、蔬菜等
	林业产品	林业产品产值	林木产品、林下产品以及与森林资源相关的初级产品，如木材、花椒、核桃等木材，核桃、板栗、白果、无花果、蓝莓等特色经济林，黑松林、赤松林等防护林
	畜牧业产品	畜牧业产品产值	用放牧、圈养或者两者结合的方式，饲养禽畜以取得动物产品或役畜，如牛、羊、猪等肉类产品，牛奶类，禽蛋等
	渔业产品	渔业产品产值	人类利用水域中生物的物质转化功能，通过捕捞、养殖等方式获取的水产品，如淡水鱼类、海水鱼类（黄花鱼、带鱼、鲈鱼、鳊鱼、鲑鱼等）、甲壳类（对虾、鹰爪虾等）、贝类（扇贝、贻贝等）、藻类（海带、裙带菜等）、头足类、其他类（海参等）

	水资源	水资源价值	可以直接使用的淡水资源，如农业用水、生活用水、工业用水、生态用水
	生态能源	生态能源价值	包括水能、风能、太阳能和生物质燃料，如薪柴、秸秆固化、沼气等
	其他	其他	花卉盆景园艺产品等装饰观赏资源
调节服务	水源涵养	水源涵养价值	生态系统通过其结构和过程拦截滞蓄降水，增强土壤下渗，有效涵养土壤水分和补充地下水有效涵养土壤水分和补充地下水，调节河川流量
	土壤保持	土壤保持价值	生态系统通过其结构与过程减少雨水的侵蚀能量，减少土壤流失量
	洪水调蓄	洪水调蓄价值	湿地生态系统通过蓄积洪峰水量，削减洪峰，减轻洪水威胁产生的生态效应
	固碳释氧	固碳价值、释氧价值	植物通过光合作用将 CO <sub>2</sub> 转化为碳水化合物，并以有机碳的形式固定在植物体内或土壤中，同时产生 O <sub>2</sub> 的功能，有效减缓大气中 CO <sub>2</sub> 浓度的升高，调节大气中 O <sub>2</sub> 含量，减缓温室效应
	空气净化	净化二氧化硫、氮氧化物、颗粒物量价值	生态系统吸收、阻滤和分解大气中的污染物，如二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等，有效净化空气，改善大气环境
	水质净化	净化 COD、总氮、总磷价值	水环境通过一系列物理和生化过程对进入其中的污染物（如 COD、氨氮、总氮、总磷）进行吸附、转化以及生物吸收等，使水体得到净化的生态效应净化
	气候调节	植被蒸腾、水面蒸发调节温湿度价值	生态系统通过植被蒸腾作用和水面蒸发过程使大气温度降低、湿度增加产生的生态效应
人居文化服务	休闲旅游	游憩康养价值	游憩康养价值
	景观价值	土地房产升值	土地房产升值

表2 生态产品总值功能量及价值量核算方法

服务类别	核算项目	功能量		价值量	
		功能量指标	核算方法	价值量指标	核算方法
物质产品	农业产品	农业产品产量	统计调查法	农业产品产值	市场价值法
	林业产品	林业产品产量		林业产品产值	市场价值法
	畜牧业产品	畜牧业产品产量		畜牧业产品产值	市场价值法
	渔业产品	渔业产品产量		渔业产品产值	市场价值法
	淡水资源	水资源产量		水资源价值	市场价值法
	生态能源	生态能源产量		生态能源价值	市场价值法
	其他	其他		其他	市场价值法
调节服务	水源涵养	水源涵养量	水平衡法	水源涵养价值	影子工程法
	土壤保持	土壤保持量	水土流失方程法	土壤保持价值	替代成本法
	洪水调蓄	洪水调蓄量	构建模型法（水文监测）	洪水调蓄价值	影子工程法
	固碳释氧	固碳量、释氧量	InVEST 模型/净生态	固碳价值、释氧价值	替代成本法

			系统生产力法/固碳系数法		
	空气净化	净化二氧化硫、氮氧化物、颗粒物量	植物净化模型	净化二氧化硫、氮氧化物、颗粒物量价值	替代成本法
	水质净化	净化COD、总氮、总磷量	InVEST模型	净化COD、总氮、总磷价值	替代成本法
	气候调节	植被蒸腾、水面蒸发消耗能量	蒸散模型	植被蒸腾、水面蒸发调节温湿度价值	替代成本法
人居文化服务	休闲旅游	游客总人数	统计调查法	游憩康养价值	旅行费用法/旅游收入
	景观价值	受益土地与房产面积	统计调查法	土地房产升值	享乐定价法

### 4.3 核算程序

#### 4.3.1 确定核算的区域范围

根据核算目的，确定生态产品总值核算的空间范围。核算区域可以是行政区域，如县、乡、村，也可以是功能相对完整的生态地理单元，如一片森林、一个湖泊、一片沼泽或不同尺度的流域，以及由不同生态系统类型组合而成的地域单元。

#### 4.3.2 明确生态系统类型与分布

调查分析核算区域内的森林、草地、湿地、荒漠、农田、城镇等生态系统类型、面积与分布，绘制生态系统空间分布图。

#### 4.3.3 编制生态产品与服务清单

根据生态系统类型及核算的用途，如生态补偿、离任审计、生态产品交易，调查核算范围的生态系统服务的种类，编制生态产品和服务清单。当核算目标为评估生态保护成效时，可以只核算生态调节服务和生态文化服务价值。

#### 4.3.4 收集资料与补充调查

通过现场调研或文献调研等方式收集开展生态产品总值核算所需要的相关资料、监测与统计等信息数据以及基础地理与地形图件，开展必要的实地观测调查，进行数据预处理以及参数本地化。

#### 4.3.5 开展生态产品与服务实物量核算

选择科学合理、符合核算区域特点的实物量核算方法与技术参数，根据确定的核算基准时间，核算各类生态产品与服务的实物量。

#### 4.3.6 开展生态产品与服务价值量核算

根据生态产品与服务实物量，运用市场价值法、替代成本法等方法，核算生态产品与服务的货币价值；无法获得核算年份价格数据时，利用已有年份数据，按照价格指数进行折算。

#### 4.3.7 核算生态产品总值

将核算区域范围的生态产品与服务价值加总，得到生态产品总值。

## 5 核算方法与数据来源

生态产品总值核算生态系统物质产品价值、调节服务价值和人居文化服务价值，计算公式见式(1)：

$$GEP = EPV + ERV + ECV$$

(1)式中：

$GEP$ 为生态产品总值，元/年；<sup>1</sup>  
 $EPV$ 为物质产品价值总量，元/年；  
 $ERV$ 为生态调节服务价值总量，元/年；  
 $ECV$ 为人居文化服务价值总量，元/年。

## 5.1 物质产品价值核算

### 5.1.1 物质产品价值核算方法

物质产品是指人类从生态系统获取的能够在市场交易的产品，满足人类生活、生产与发展的物质需求，包括农业、林业、畜牧业、渔业产品、生态能源及其他等。

生态系统在一定时间内提供的各类产品的产量可以通过现有的经济核算体系获得，实物产品的产量可以通过统计资料获取。生态系统物质产品价值是指生态系统通过初级生产、次级生产为人类提供农产品、林业产品、畜牧业产品、渔业产品、生态能源等的经济价值。由于生态系统物质产品能够在市场上进行交易，存在相应的市场价格，可以运用市场价值法对生态系统的物质产品服务进行价值核算。计算公式见式（2）：

$$EPV = \sum_{i=1}^n E_i \times P_i$$

（2）式中：

$E_i$  为第  $i$  类生态系统产品产量，包括农业、林业、畜牧业、渔业产品、生态能源及其他等。根据产品类型确定计量单位，如 kg/a；

$P_i$  为第  $i$  类生态系统产品的价格，包括农业、林业、畜牧业、渔业产品、生态能源及其他等。根据产品类型确定计量单位，如元/kg。

此处计算林业产品目录下的木材产品概念为，全部树木龄组中成熟林和过熟林可加工为木材或板材等产品的部分，且在现实价值转化中不会在一年期内将全部成熟林和过熟林采伐，因此在计算中设置采伐期参数。<sup>2</sup>

本实物量核算采用理论替代法，因为当地的成熟林和过熟林在理论上已经成材、有利用价值，研究表明，抚育间伐强度为20.86%时大兴安岭地区落叶松用材林的经营效果最佳。只是受制于政策管制无法采伐利用，但这部分实物量具有实际价值，目前我们只能采用理论值来代替实际的价值。

### 5.1.2 物质产品价值核算数据来源

产品产量由实物量核算得到，产品价格从林业、农业、渔业及统计部门获得或根据市场定价获得。

## 5.2 调节服务价值核算

### 5.2.1 水源涵养价值核算

水源涵养服务是生态系统拦截滞蓄降水，增强土壤下渗、蓄积，涵养土壤水分、调节暴雨径流和补充地下水，增加可利用水资源的功能。水源涵养量大的地区不仅满足核算区内生产生活的水源需求，还持续地向区域外提供水资源。选用水源涵养量，作为生态系统水源涵养实物量的评价指标。

#### 5.2.1.1 水源涵养价值核算方法

水源涵养价值主要表现在蓄水保水的经济价值，可采用公式（3）计算：

$$V_{wr} = Q_{wr} \times C_{we}$$

<sup>1</sup> 为便于后续年份生态产品总值计算，下文中部分单位设置采取“对应单位/年(a)”进行标识。

<sup>2</sup> 该采伐期参数参考当地各树种的龄组年限，如依照天然落叶松林龄组划分：成熟林为101-140岁，过熟林为141岁及以上。统计成熟林和过熟林的蓄积量除以40（141-101），作为2020年当年的理论可采伐量，乘以木材出材价格，计算价值。

(3) 式中:

$V_{WR}$  为水源涵养价值, 元/a;

$Q_{WR}$  为核算区内总的水源涵养量,  $m^3/a$ ;

$C_{we}$  为水资源交易市场价格, 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 (元/ $m^3$ ) 替代, 水库单位库容的工程造价及维护成本 (元/ $m^3$ )。

其中, 水源涵养量  $Q_{WR}$  的核算主要有两种方法, 推荐优先采用水量平衡法, 技术参数缺失的情况下, 可以选择水量供给法。

a) 水量平衡法

需要通过水量平衡方程计算。水量平衡方程是指在一定的时空内, 水分在生态系统中保持质量守恒, 即生态系统水源涵养量是降水输入与暴雨径流和生态系统自身水分消耗量的差值。

$$Q_{WR} = \sum_{i=1}^n A_i \times (P_i - R_i - ET_i) \times 10^{-3}$$

(4) 式中:

$Q_{WR}$  为水源涵养量,  $m^3/a$ ;

$P_i$  为产流降雨量,  $mm/a$ ;

$R_i$  为地表径流量,  $mm/a$ ;

$ET_i$  为蒸散发量,  $mm/a$ ;

$A_i$  为  $i$  类生态系统的面积,  $m^2$ ;

$i$  为生态系统类型;

$n$  为生态系统类型总数。

b) 水量供给法

水源涵养量是生态系统为本地区和下游地区提供的水资源总量, 包括本地区的用水量 and 净出境水量。

$$Q_{WR} = (UQ_w - TQ_w) + (LQ_w - EQ_w) \times (1 - \delta)$$

(5) 式中:

$Q_{WR}$  为水源涵养量,  $m^3/a$ ;

$UQ_w$  为核算区内的用水量 (包括工业、生活用水量),  $m^3/a$ ;

$TQ_w$  为跨流域净调水量,  $m^3/a$ ;

$LQ_w$  为区域出境水量,  $m^3/a$ ;

$EQ_w$  为区域入境水量,  $m^3/a$ ;

$\delta$  为区域产流径流系数。

#### 5.2.1.2 水源涵养价值核算数据来源

生态系统水源涵养量由实物量核算得到。水库单位库容的工程造价及维护成本等数据来自发改委、水利等部门发布的工程预算依据, 或公开发表的参考文献, 并根据价格指数折算得到核算年份的价格。

核算区域的产流降雨量数据可通过气象部门获取, 地表径流量、蒸散发量等在技术条件允许情况下进行实测, 或从遥感数据及核算区域的相关文献中获取, 用水量、区域出入境水量等数据通过水利或统计部门获得。

#### 5.2.2 土壤保持价值核算

土壤保持功能是生态系统 (如森林、草地等) 通过林冠层、枯落物、根系等各个层次保护土壤、消减降雨侵蚀力, 增加土壤抗蚀性, 减少土壤流失, 保持土壤的功能。

选用土壤保持量, 即生态系统减少的土壤侵蚀量 (用潜在土壤侵蚀量与实际土壤侵蚀量的差值测度) 作为生态系统水土保持功能的评价指标。其中, 实际土壤侵蚀是指当前地表植被覆盖情形下的土壤侵蚀量, 潜在土壤侵蚀是指没有地表植被覆盖情形下可能发生的土壤侵蚀量。

### 5.2.2.1 土壤保持价值核算方法

生态系统通过保持土壤，减少水库、河流、湖泊的泥沙淤积，有利于降低干旱、洪涝灾害发生的风险。根据土壤保持量和淤积量，运用替代成本法（即水库清淤工程的费用）核算减少泥沙淤积价值。因此，生态系统土壤保持价值主要表现为减少泥沙淤积价值和减少面源污染价值。

生态系统通过保持土壤，减少氮、磷等土壤营养物质进入下游水体（包括河流、湖泊、水库和海湾等），可降低下游水体的面源污染。根据土壤保持量和土壤中氮、磷的含量，运用替代成本法（即污染物处理的成本）核算减少面源污染的价值。

可采用公式（6）计算：

$$V_{sr} = V_{sd} + V_{dpd} = \lambda \times (Q_{sr}/\rho) \times c + \sum_{i=1}^n Q_{sr} \times C_i \times P_i$$

（6）式中：

$V_{sr}$  为生态系统土壤保持价值，元/a；

$V_{sd}$  为减少泥沙淤积价值，元/a；

$V_{dpd}$  为减少面源污染价值，元/a；

$Q_{sr}$  为土壤保持量，t/a；

$c$  为单位水库清淤工程费用，元/m<sup>3</sup>；

$\rho$  为土壤容重，t/m<sup>3</sup>；

$\lambda$  为泥沙淤积系数；

$i$  为土壤中氮、磷等营养物质数量， $i = 1, 2, \dots, n$ ；

$C_i$  为土壤中氮、磷等营养物质的纯含量（%）；

为处理成本。

其中，土壤保持量由实物量核算得到。土壤保持量核算主要基于修正的通用水土流失方程（RUSLE）计算。

$$Q_{sr} = R \times K \times L \times S \times (1 - C \times P)$$

（7）式中：

$Q_{sr}$  为土壤保持量，t/a；

$R$  为降雨侵蚀力因子，用多年平均年降雨侵蚀力指数表示；

$K$  为土壤可蚀性因子，通常用标准样方上单位降雨侵蚀力所引起的土壤流失量来表示；

$L$  为坡长因子，无量纲；

$S$  为坡度因子，无量纲；

$C$  为植被覆盖和管理因子，无量纲；

$P$  为水土保持措施因子，无量纲。

### 5.2.2.2 土壤保持价值核算数据来源

土壤保持量由实物量核算得到。土壤容重、氮、磷、钾含量、单位水库清淤工程费、单位污染物处理成本、肥料价格等数据来源于当地土壤调查、文献、专项调查以及发改委等物价部门。

降雨侵蚀力因子  $R$ 、土壤可蚀性因子  $K$ 、坡长因子  $L$ 、坡度因子  $S$  的算法以及覆盖和管理因子  $C$  以及水土保持措施因子  $P$  或查阅相关文献或参考附录 A。

### 5.2.3 调水蓄洪价值核算

洪水调蓄功能是指自然生态系统所特有的生态结构能够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。原则上只核算年降雨量大于 400mm 地区的洪水调蓄价值。选用植被调蓄水量和洪水期滞水量（库塘、湖泊、沼泽）表征生态系统的洪水调蓄能力，即调节洪水的潜在能力。

#### 5.2.3.1 调水蓄洪价值核算方法

运用替代成本法（即水库的建设成本）核算自然生态系统的洪水调蓄价值。调水蓄洪价值计算

公式如下：

$$V_{fm} = C_{fm} \times C_{we}$$

(8) 式中：

$V_{fm}$ 为生态系统洪水调蓄价值，元/a；

$C_{fm}$ 为生态系统洪水调蓄量， $m^3/a$ ；

为水库单位库容的工程造价及维护成本，元/ $m^3$ 。

其中，生态系统洪水调蓄量包括植被洪水调蓄量、库塘洪水调蓄量、湖区洪水调蓄量、沼泽洪水调蓄量。计算公式为：

$$C_{fm} = C_{vc} + C_{rc} + C_{lc} + C_{mc}$$

(9) 式中：

$C_{fm}$ 为洪水调蓄量， $m^3/a$ ；

为植被洪水调蓄量， $m^3/a$ ；

$C_{rc}$ 为库塘洪水调蓄量， $m^3/a$ ；

$C_{lc}$ 为湖区洪水调蓄量， $m^3/a$ ；

$C_{mc}$ 为沼泽洪水调蓄量， $m^3/a$ 。

a) 植被洪水调蓄量

$$C_{vc} = \sum_{i=1}^n (P_h - R_{fi}) \times S_{iv} \times 10^3$$

(10) 式中：

$C_{vc}$ 为植被洪水调蓄量， $m^3/a$ ；

$P_h$ 为大暴雨产流降雨量，mm；

$R_{fi}$ 为第  $i$  种生态系统产生的地表径流量，mm；

$S_{iv}$ 为第  $i$  种自然植被生态系统的面积， $km^2$ ；

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，无量纲。

b) 库塘洪水调蓄量

库塘湿地调蓄洪水的功能，通过库塘湿地的实际洪水调蓄库容来计算，库塘湿地的实际洪水调蓄库容按其总库容的 35% 进行计算。

$$C_{rc} = 0.35 \times C_t$$

(11) 式中：

为水库防洪库容， $m^3/a$ ；

$C_t$ 为水库总库容， $m^3$ 。

c) 湖泊洪水调蓄量

湖泊洪水调蓄量的大小与湖泊面积、水深、换水周期，以及流域内的水文过程密切相关。可根据湖泊水文学过程，通过汛期湖泊入湖、出湖流量随时间的变化计算湖泊在某一段时间内洪水调蓄量：

$$C_{lc} = \int_{t_1}^{t_2} (Q_I - Q_O) dt (Q_I - Q_O)$$

(12) 式中：

$C_{lc}$ 为湖泊  $t_1-t_2$  时间段内洪水调蓄量， $m^3$ ；

$Q_I$ 为入湖流量， $m^3/s$ ；

$Q_O$ 为出湖流量， $m^3/s$ 。

d) 沼泽洪水调蓄量

沼泽湿地像一个巨大的天然蓄水库消纳洪水；同时沼泽湿地植被可拦截径流减缓洪水流速，削减和滞后洪峰。基于沼泽土壤蓄水量和地表滞水量模型核算沼泽湿地洪水调蓄能力：

$$C_{mc} = C_{sws} + C_{sr} = S \times h \times \rho \times (F - E) \times \frac{10^{-2}}{\rho_w} + S \times H \times 10^{-2}$$

(13) 式中：

$C_{mc}$  为沼泽洪水调蓄量，亿  $m^3/a$ ；

$C_{sws}$  为沼泽土壤蓄水量，亿  $m^3/a$ ；

$C_{sr}$  为沼泽地表滞水量，亿  $m^3/a$ ；

$S$  为沼泽总面积， $km^2$ ；

$h$  为沼泽湿地土壤蓄水深度， $m$ ；

$\rho$  为沼泽湿地土壤容重 ( $g/cm^3$ )，

$\rho_w$  为水的密度，( $g/cm^3$ )；

$F$  为沼泽湿地土壤饱和含水率，无量纲；

$E$  为沼泽湿地洪水淹没前的自然含水率，无量纲；

$H$  为沼泽湿地地表滞水高度， $m$ 。

#### 5.2.3.2 调水蓄洪价值核算数据来源

生态系统洪水调蓄量由实物量核算得到。水库单位库容的工程造价及维护成本等数据来自发改委、水利等部门发布的工程预算依据，或公开发表的参考文献。

湖泊进出水量通过水利部门统计资料获得。各类植被面积、湖面面积、沼泽面积来源自然资源、水利或其他相关统计部门。出入湖流量来源于水利、水文监测站点的实际观测数据。暴雨降雨量数据来源于气象部门。暴雨径流量参考相关研究文献或进行实测。

#### 5.2.4 固碳释氧价值核算

生态系统固碳功能是指自然生态系统吸收大气中的二氧化碳 ( $CO_2$ ) 合成有机质，将碳固定在植物或土壤中的功能。该功能有利于降低大气中二氧化碳浓度，减缓温室效应。生态系统的固碳功能，对降低减排压力具有重要意义。选用固定二氧化碳量作为生态系统固碳功能的评价指标。

生态系统的释氧功能指植物在光合作用过程中，释放出氧气的功能。这种功能对于维护大气中氧气的稳定，改善人居环境具有重要意义。选用释氧量作为生态系统释氧功能的评价指标。

##### 5.2.4.1 固碳释氧价值核算方法

生态系统固碳价值可以采用替代成本法（造林成本法、工业减排成本）与市场价值法（碳交易价格）核算生态系统固碳的价值。生态系统释氧价值可以采用市场价值法（即制氧价格）核算生态系统提供氧气的价值。

$$V = V_{cf} + V_{op} = Q_{CO_2} \times C_c + Q_{OP} \times C_o$$

(14) 式中：

$V_{cf}$  为生态系统固碳价值，元/a；

$Q_{CO_2}$  为生态系统固碳总量， $tCO_2/a$ ；

$C_c$  为碳价格，元/t。

$V_{op}$  为生态系统释氧价值，元/a；

$Q_{OP}$  为生态系统氧气释放量， $t$  氧气/a；

$C_o$  为工业制氧价格，元/t。

##### 固碳价值核算

生态系统固碳量主要为陆地生态系统固碳。陆地生态系统固碳量的计算方法，可选择固碳速率法。陆地生态系统固碳量包括：森林及灌丛固碳量、草地固碳量、湿地固碳量、农田土壤固碳量。

$$Q_{CO_2} = M_{CO_2}/M_c \times (FCS + GSCS + WCS + CSCS)$$

(15) 式中:

$G_{20}$ 为陆地生态系统二氧化碳总固定量,  $tCO_2/a$ ;

$FCS$ 为森林(及灌丛)固碳量,  $tC/a$ ;

$GSCS$ 为草地固碳量( $tC/a$ );

$WCS$ 为湿地固碳量,  $tC/a$ ;

$CSCS$ 为农田固碳量,  $tC/a$ ;

$44/12$ 为C转化为 $CO_2$ 的系数。

a) 森林及灌丛固碳量

$$FCS = FCSR \times SF \times (1 + \beta)$$

(16) 式中:

$FCSR$ 为森林及灌丛的固碳速率,  $tC \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}$ , 取 0.63;

$SF$ 为森林及灌丛面积( $ha$ );

$\beta$ 为森林及灌丛土壤固碳系数, 取 0.646。

b) 草地固碳量

由于草地植被每年都会枯落, 其固定的碳又返回回大气或者进入土壤中, 故不考虑草地植被的固碳量, 只考虑草地的土壤固碳量。

$$GSCS = GSR \times SG$$

(17) 式中:

$GSR$ 为草地土壤的固碳速率,  $tC \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}$ , 取 0.02;

$SG$ 为草地面积,  $ha$ 。

c) 湿地固碳量

$$WCS = \sum_{i=1}^n SCSR_i \times SW_i \times 10^{-2}$$

(18) 式中:

$SCSR_i$ 为第  $i$  类水域湿地的固碳速率,  $g \cdot C \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$ , 湖泊湿地取 4.49, 沼泽湿地取 32.48;

为第  $i$  类水域湿地的面积( $ha$ );

$i = 1, 2, \dots, n$ 。

d) 农田固碳量

由于农田植被每年都会被收获, 其固定的碳又返回回大气或者进入土壤中, 故不考虑农田植被的固碳量, 只考虑农田的土壤固碳量。

$$CSCS = (BSS + SCSR_N + PR \times SCSR_S) \times SC$$

(19) 式中:

$BSS$ 为无固碳措施条件下的农田土壤固碳速率,  $tC \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}$ ;

$SCSR_N$ 为施用氮肥和复合肥的农田土壤固碳速率,  $tC \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}$

$SCSR_S$ 为秸秆全部还田的农田土壤固碳速率,  $tC \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}$ ;

$PR$ 为农田秸秆还田推广施行率, %;

$SC$ 为农田面积,  $ha$ 。

无固碳措施条件下的农田土壤固碳速率:

$$BSS = NSC \times BD \times H \times 0.1$$

(20) 式中:

$NSC$ 为无化学肥料和有机肥料施用的情况下, 农田土壤有机碳的变化, 单位  $g \cdot kg^{-1} \cdot a^{-1}$ , 取值 -0.06;

$BD$ 为各土壤容重, 无量纲, 取值 1.141;

$H$ 为土壤厚度,  $cm$ , 取值 20。

施用化学氮肥、复合肥的土壤固碳速率：

$$SCSR_N = 1.7385 \times (NF + CF \times 0.3) / S_p - 104.03$$

(21) 式中：

$NF$  为化学氮肥施用量，t；

$CF$  为复合肥施用量，t；

为耕地面积，ha。

秸秆还田的土壤固碳速率：

$$SCSR_s = 40.524 \times \sum_{j=1}^n CY_j \times SGR_j / S_p + 340.33$$

(22) 式中：

$CY_j$  为作物  $j$  在当年的产量，t；

为耕地面积，ha；

$SGR_j$  为作物  $j$  的草谷比，不同作物的草谷比见下表 3。

表 3 作物草谷比

作物	草谷比 SGRj	作物	草谷比 SGRj
水稻	0.623	油菜	2
小麦	1.366	向日葵	2
玉米	2	棉花	8.1
高粱	1	甘蔗	0.1
马铃薯	0.5		

#### 5.2.4.2 固碳释氧价值核算数据来源

生态系统固碳量由实物量核算得到。单位造林固碳成本、工业碳减排成本、碳交易市场价格参考相关文献，建议采用碳市场交易价格。

生态系统释氧量由实物量核算得到，制氧价格根据实际调查获得。

#### 5.2.5 空气净化价值核算

空气净化功能是指生态系统吸收、过滤、阻隔和分解大气污染物（如二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等），净化空气污染物，改善大气环境的功能。空气净化功能主要体现在净化污染物和阻滞颗粒物方面。

##### 5.2.5.1 空气净化价值核算方法

生态系统空气净化价值是指生态系统吸收、过滤、阻隔和分解降低大气污染物（如二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等），使大气环境得到改善产生的生态效应。采用替代成本法（工业治理大气污染物成本），核算生态系统空气净化价值。

二氧化硫、氮氧化物、颗粒物净化价值计算方法：运用二氧化硫、氮氧化物、颗粒物三种污染物空气净化实物量，分别乘以单位二氧化硫、氮氧化物、颗粒物处理的费用，核算空气净化价值。

$$V_a = \sum_{i=1}^n Q_{api} \times C_i$$

(23) 式中：

$V_a$  为生态系统大气环境净化的价值，元/a；

为第  $i$  种大气污染物的净化量，t/a；

$j$  为大气污染物类别；

$I = 1, 2, \dots, n$ ，无量纲；

为第  $i$  类大气污染物的治理成本，元/t。

##### 5.2.5.2 空气净化价值核算数据来源

污染物排放数据从生态环境部门获取；各类生态系统面积来源于自然资源部门；生态系统对污

染物的单位面积净化量来源于参考文献或实地监测。

污染物净化量由实物量核算得到。单位治理成本采用核算地方印发的排污费征收标准，没有地方标准的，可以参考国家发展和改革委员会发布的《排污费征收标准及计算方法》收费标准或者《中华人民共和国环境保护税法》中的税收标准。

### 5.2.6 水质净化价值核算

水质净化功能是指湖泊、河流、沼泽等水域湿地生态系统吸附、降解、转化水体污染物，净化水环境的功能。水质净化服务价值核算主要是利用监测数据，根据水体生态系统中污染物构成和浓度变化，选取适当的指标对其进行量化核算。常用指标包括氨氮、COD、总氮、总磷以及部分重金属等。根据我国《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中对水环境质量应控制的项目和限值的规定，选取指标作为生态系统水环境净化功能的评价指标。

#### 5.2.6.1 水质净化价值核算方法

核算生态系统降解水体污染物、净化水质的价值，运用替代成本法核算生态系统水质净化功能的价值。通过工业治理水污染物成本核算生态系统水质净化价值。化学需氧量、氨氮净化价值计算方法：运用化学需氧量、氨氮两种污染物水质净化实物量，分别乘以单位化学需氧量、氨氮处理的费用，核算水体净化价值。

$$V_w = \sum_{i=1}^n Q_{wpi} \times C_i$$

(24) 式中：

为生态系统水质净化的价值，元/a；

为第  $i$  类水污染物的净化量，t/a；

为第  $i$  类水污染物的单位治理成本，元/t；

$i$  为研究区第  $i$  类水体污染物类别， $i = 1, 2, \dots, n$ ，无量纲；

$n$  为研究区水体污染物类别的数量，无量纲。

大兴安岭地区污染物排放量未超过地表水水域环境功能标准限值，采用污染物排放量核算实物量。

$$Q_{wp} = \sum_{i=1}^n P_i$$

(25) 式中：

$Q_{wp}$  为水体污染物净化量（kg/a）；

为  $i$  类污染物排放量（kg/a），包括总氮、总磷、COD等；

$i$  为污染物类别， $i = 1, 2, \dots, n$ ，无量纲；

$n$  为水体污染物类别的数量，无量纲。

#### 5.2.6.2 水质净化价值核算数据来源

污染物排放数据从生态环境部门获取；各类生态系统面积来源于自然资源部门；生态系统对污染物的单位面积净化量来源于参考文献或实地监测。

污染物净化量由实物量核算得到。COD、氨氮水质等污染物单位治理成本采用核算地方印发的排污费征收标准，没有地方标准的，可以参考国家发展和改革委员会发布的《排污费征收标准及计算方法》收费标准或者《中华人民共和国环境保护税法》中的税收标准。

### 5.2.7 气候调节价值核算

生态系统气候调节服务是指生态系统通过植被蒸腾作用、水面蒸发过程吸收太阳能，降低气温、增加空气湿度，改善人居环境舒适程度的生态功能。选用生态系统蒸散发过程消耗的能量作为生态系统气候调节服务的评价指标。

#### 5.2.7.1 气候调节价值核算方法

运用替代成本法（即人工调节温度和湿度所需要的耗电量）核算生态系统蒸腾调节温度或湿度价值和水面蒸发调节温度或湿度价值。

$$V_{tt} = E_{tt} \times P_e$$

(26) 式中：

$V_{tt}$  为生态系统气候调节的价值，元/a；

为生态系统调节温度或湿度消耗的总能量，kW·h/a；

为当地电价，元/ kW·h。

气候调节服务核算可采用生态系统蒸腾蒸发总消耗的能量作为气候调节的实物量。

$$E_{tt} = E_{pt} + E_{we}$$

$$E_{pt} = \sum_i^3 EPP_i \times S_i \times D \times 10^6 / (3600 * \gamma)$$

$$E_{we} = E_w \times q \times 10^3 / 3600 + E_w \times y$$

(27、28、29) 式中：

$E_{tt}$  为生态系统蒸腾蒸发消耗的总能量，kW·h/a；

$E_{pt}$  为生态系统植被蒸腾消耗的能量，kW·h/a；

$E_{we}$  为湿地生态系统蒸发消耗的能量，kW·h/a；

$EPP_i$  为  $i$  类生态系统单位面积蒸腾消耗热量，kJ·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup>；

$S_i$  为  $i$  类生态系统面积，km<sup>2</sup>；

$D$  为日最高气温大于 26℃ 天数；

$r$  为空调能效比：3.0，无量纲；

$i$  为生态系统类型（森林、灌丛、草地）；

$E_w$  为蒸发量，m<sup>3</sup>；

$q$  为挥发潜热，即蒸发 1 克水所需要的热量，J/g；

为加湿器将 1m<sup>3</sup> 水转化为蒸汽的耗电量，kw·h，仅计算湿度小于 45% 时的增湿功能。

#### 5.2.7.2 气候调节价值核算数据来源

水面蒸发量、植被蒸散量、生态系统面积、单位面积蒸腾耗热量等数据来自气象、自然资源、林业等相关部门和文献资料。

生态系统调节温度或湿度所耗能量由实物量核算得到。电价从核算地方发展与改革委员会发布的相关文件或供电部门获取，一般参考工业电价。

#### 5.2.8 冻土固碳价值核算

冻土不仅是寒冷地区的重要标志，也具有十分重要的生态环境意义。冻土中还有大量的土壤有机碳，受到全球气候变暖的影响，世界各地的多年冻土均呈现退化的趋势，这会改变微生物群落结构及其介导的碳氮循环过程，导致大量的温室气体释放到大气中。研究表明，多年冻土具有明显的固碳效果，连续冻土 CO<sub>2</sub> 通量远小于冻融土壤。

##### 5.2.8.1 气候调节价值核算方法

运用市场价值法核算冻土固碳价值，采用冻土固碳量乘以碳市场 CO<sub>2</sub> 价格。

$$V_{CO_2} = R_{CO_2} \times P_{CO_2}$$

(30) 式中：

$V_{CO_2}$  为冻土固碳的价值，元/a；

$R_{CO_2}$  为冻土相对冻融土壤的净固碳量，CO<sub>2</sub>/t；

$P_{CO_2}$  为碳市场价格，t CO<sub>2</sub>/ 元。

冻土固碳核算可采用连续冻土、不连续冻土、岛状冻土相比冻融土壤净固定的 CO<sub>2</sub> 量作为冻土固碳的实物量。

$$R_{CO_2} = (365 \times E_4 - \sum_{i=1}^4 T_i \times E_i) \times M \times 24 \times 10^{-3}$$

(31) 式中:

$E_i$  为不同时期土壤  $\text{CO}_2$  通量,  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 。其中连续冻土期  $\text{CO}_2$  通量为  $105.5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ , 不连续冻土期  $\text{CO}_2$  通量为  $127.15 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ , 岛状冻土期  $\text{CO}_2$  通量为  $342.1 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ , 冻融期  $\text{CO}_2$  通量为  $461.9 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ;

$T_i$  为不同时期的天数, d;

$M$  为冻土面积,  $\text{km}^2$ ;

$i$  为土壤结冻的时期,  $i=1, 2, 3, 4$ ;

#### 5.2.8.2 气候调节价值核算数据来源

冻土面积数据和连续冻土、不连续冻土、岛状冻土、冻融土壤时期来自气象、自然资源、林业等相关部门和文献资料。连续冻土、不连续冻土、岛状冻土、冻融土壤  $\text{CO}_2$  通量来自文献《大兴安岭连续多年冻土区温室气体释放特征及其影响因素》《大兴安岭不同冻土带温室气体排放及增温趋势分析》。 $\text{CO}_2$  价格来自碳交易市场价格。

### 5.3 人居文化服务价值核算

#### 5.3.1 休闲旅游价值核算

人类通过精神感受、知识获取、休闲娱乐和美学体验从生态系统获得的非物质惠益。

##### 5.3.1.1 休闲旅游价值核算方法

运用旅行费用法核算人们通过休闲旅游活动体验生态系统与自然景观美学价值, 并获得知识和精神愉悦的非物质价值。

$$\begin{aligned} V_r &= \sum_{i=1}^j N_i \times TC_j \\ TC_j &= T_j \times W_j + C_j \\ C_j &= C_{tc,j} + C_{lf,j} + C_{ef,j} \end{aligned}$$

(32、33、34) 式中:

表示被核算地点的休闲旅游价值, 元/a;

表示  $j$  地到核算地区旅游的总人数, 人/a;

$= 1, 2, \dots$ , 表示来被核算地点旅游的游客所在区域 (区域按距离核算地点的距离划同心圆, 如省内、省外等)。

表示来自  $j$  地的游客的平均旅行成本, 元/人;

表示来自  $j$  地的游客用于旅途和核算旅游地点的平均时间, 天/人;

表示来自  $j$  地的游客的当地平均工资, 元/(人·天);

表示来自  $j$  地的游客花费的平均直接旅行费用, 元/人, 其中包括游客从  $j$  地到核算区域的交通费用 (元/人)、食宿花费 (元/人) 和门票费用 (元/人)。

采用区域内自然景观的年旅游总人次作为文化服务的实物量评价指标。

$$N_i = \sum_{i=1}^n N_{ti}$$

(35) 式中:

$N_i$  为游客总人数;

$N_{ti}$  为第  $i$  个旅游区的人数;

$n$  为旅游区个数,  $i=1, 2, \dots, n$ 。

##### 5.3.1.2 休闲旅游价值核算数据来源

自然景观名录、旅游人数与旅客来源通过旅游、园林、统计等部门或问卷调查获取。

自然景观名录、旅游人数通过旅游、园林等部门获取, 游客的社会经济特征、旅行费用情况等通过问卷调查获得。

### 5.3.2 景观价值核算

生态系统的景观价值是指森林、湖泊、河流、海洋等生态系统可以为其周边的人群提供美学体验、精神愉悦的功能，从而提高周边土地、房产价值。

#### 5.3.2.1 景观价值核算方法

运用享乐价值法核算生态系统为其周边地区人群提供美学体验、精神愉悦功能的价值。

$$V_a = A_a \times P_a$$

(36) 式中：

为景观价值，元/a；

为受益总面积， $\text{km}^2$ ；

为由生态系统带来的单位面积溢价，元/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ 。

采用能直接从自然生态系统获得景观价值的土地与居住小区房产面积作为景观价值实物量评价指标。

$$A_l = \sum_{i=1}^n A_{li}$$

(37) 式中：

为从自然生态系统景观获得升值的土地与居住小区房产总面积 ( $\text{km}^2/\text{a}$ )；

为第  $i$  区的房产面积， $\text{km}^2$ ；

$i = 1, 2, \dots, n$ 。

#### 5.3.2.2 景观价值核算数据来源

受益土地与居住区名录及面积通过调查获取。

受益面积由实物量核算得到。生态系统带来的单位面积溢价由实地调研获取。

## 6 质量保证和文件存档

基础数据是开展生态产品总值核算的重要保障，涉及的数据内容包括发改、农业、国土、林业、水务、气象、环保、旅游、电力、统计等部门数据。基础数据获取时，应确保数据的权威性、准确性、时效性和可获得性。根据核算需求，应从数据的完整性、代表性、准确性与可比性等角度进行分析筛选，采用权威部门的遥感、监测、普查、调查、统计等数据，尽可能使用高分辨率空间数据，选取适合核算工作需要的数据资料。同时，在核算过程中，应保证所处理数据资料的完整性、合理性和有效性，并对原始数据、拷贝数据及数据分析结果进行校核，数据处理应符合相应规范的要求。

为使核算报告准确可信，在核算过程中应对数据的获取与处理进行质量控制，降低不确定性。在核算过程中，要确保使用的模型和收集到的数据能够代表实际情况。

核算主体应记录并保存下列资料，保存时间不少于 5 年：

### 6.1 核算方法相关信息

6.1.1 选择基于模型的方法时，应保存以下内容：

- a) 获取数据和参数的相关资料；
- b) 不确定性及如何降低不确定性的相关说明。

6.1.2 选择基于实地调查的方法时，应保存以下内容：

- a) 有关职能部门出具的测量仪器证明文件；
- b) 连续测量的所有原始数据；
- c) 不确定性及如何降低不确定性的相关说明；
- d) 验证计算，应保留所有基于计算的保存内容。

### 6.2 数据质量控制相关记录文件

附 录 A  
(资料性)  
土壤保持实物量核算参数

降雨侵蚀力因子 R、土壤可蚀性因子 K、坡长坡度因子 L、S 的算法以及植被覆盖和管理因子 C 以及水土保持措施因子 P 的计算方法可参照下述方法：

(1) 降雨侵蚀力因子 (R)

降雨侵蚀力是土壤侵蚀的驱动因子，与土壤侵蚀强度有直接的关系。降雨侵蚀力 R 计算可分为 EI30 经典计算方法和常规气象资料简易算法两类。由于降雨动能 E 和 30 min 降雨强度 I30 资料获取难度较大，所以国内外许多学者根据区域性降雨侵蚀特点，建立了基于常规降雨量资料的简易模型。可采用全国日降雨量拟合模型来核算降雨侵蚀力，是基于日降雨量资料的半月降雨侵蚀力模型。其公式如下：

$$M_i = \alpha \sum_{j=1}^k D_j^\beta$$

其中， $M_i$  为某半月时段的降雨侵蚀力值  $\text{MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ ； $D_j$  表示半月时段内第  $j$  天的侵蚀性日雨量（要求日雨量大于等于 2mm，否则以 0 计算，阈值 12 mm 与中国侵蚀性降雨标准一致； $k$  表示半月时段内的天数，半月时段的划分以每月第 15 日为界，每月前 15 天作为一个半月时段，该月剩下部分作为另一个半月时段，将全年依次划分为 24 个时段。

$\alpha$ 、 $\beta$  是模型待定参数：

$$\beta = 0.8363 + \frac{18.144}{P_{d12}} + \frac{24.455}{P_{y12}}$$

$$\alpha = 21.585\beta^{-7.1891}$$

其中， $P_{d12}$  表示日雨量 12mm 以上（包括等于 12 mm）的日平均雨量； $P_{y12}$  表示日雨量 12 mm 以上（包括 12 mm）的年平均雨量。

(2) 土壤可蚀性因子 (K)

土壤是土壤侵蚀发生的主体，土壤可蚀性是表征土壤性质对侵蚀敏感程度的指标，即在标准单位小区上测得的特定土壤在单位降雨侵蚀力作用下的土壤流失率，推荐采用 Nomo 图法。

根据主要土壤性质，建立了 K 值与土壤性质之间的 Nomo 模型。其计算公式如下：

$$K = [2.1 \times 10^{-4} (12 - \text{OM})^{1.14} + 3.25 (\text{M} - 2) + 2.5 (\text{S} - 3)] / 100 \times 0.1317$$

其中，K 为土壤可蚀性值；OM 为土壤有机质含量百分比（%）；M 为土壤颗粒级配参数，为美国粒径分级制中（粉粒+极细砂）与（100-粘粒）百分比之积；S 为土壤结构系数；P 为渗透等级。粒径等级：粘粒为（<0.002 mm）；粉粒为（0.002-0.05 mm）；极细砂为（0.05-0.1 mm）；砂粒为（0.1-2.0 mm）。

表 A.1 Nomo 图中结构性指数与可渗透性指数的定义

结构性指数 S	含义	可渗透性指数 P	含义
1	非常坚固 (very structured or particulate)	1	快速 (Papid)

2	很坚固 (fairly structured)	2	中快速 (Moderate to rapid)
3	较坚固 (slightly structured)	3	中速 (Moderate)
4	坚固 (solid)	4	中慢速 (Moderate to slow)
		5	慢速 (Slow)
		6	极慢 (Very slow)

### (3) 坡长和坡度因子 (L、S)

由于坡度和坡长因子相互之间联系较为紧密，因此通常将它们作为一个整体进行考虑。坡长因子是指在其它条件相同的情况下，某一长度的田块破面上的土壤流失量与 72.6 英尺（标准单位小区的长度）长坡面上的流失量的比值；坡度因子是指在其它条件相同的情况下，某一坡度的田块破面上的土壤流失量与 9%（标准单位小区的坡度）坡度的坡面上流失量的比值。坡度坡长因子的算法可采用建立在以下核心算法为：

$$S = \begin{cases} 10.8 \sin \theta + 0.03 & t < 9\% \\ 16.8 \sin \theta - 0.5 & 9\% \leq t < 18\% \\ 21.91 \sin \theta - 0.96 & t \geq 18\% \end{cases}$$

$$L = \left( \frac{\lambda}{22.13} \right)^m$$

$$m = \frac{\beta}{1 + \beta}$$

$$\beta = \frac{(\sin \theta / 0.089)}{[3.0 \times (\sin \theta)^{0.8} + 0.56]}$$

其中，L 为坡长因子； $\lambda$  为坡长，通过汇流计算得到，m 为无量纲常数，S 为坡度因子，t 为百分比坡度， $\theta$  为坡度，单位是弧度。

### (4) 植被覆盖和管理因子 (C)

C 因子是指在一定的植被覆盖度和管理措施下，一定面积土地上的土壤流失量与采取连续清耕、休闲处理的相同面积土地上的流失量的比值，为无量纲数，介于 0-1 之间。要确定 C 因子的值，需要详细的气候、土地利用、前期作物残留量、土壤湿度等资料，在大尺度研究中，一般难以获取这些资料，且 C 值的经典算法非常复杂，国内部分学者采用植被覆盖度求解 C 值，可采用以下 C 值计算方法：

$$C = \begin{cases} 1 & f = 0.1 \\ 0.6508 - 0.3436 \lg f & 0.1 < f \leq 78.3\% \\ 0 & f > 78.3\% \end{cases}$$

上述公式中，植被覆盖度 f 基于植被指数 NDVI 数据计算得到，公式如下：

$$f = \frac{(NDVI - NDVI_{soil})}{(NDVI_{max} - NDVI_{soil})}$$

其中， $NDVI_{soil}$  为纯裸土象元的 NDVI 值； $NDVI_{max}$  为纯植被象元的 NDVI 值。

参 考 文 献

- [1] SZDB 342-2018 深圳市城市生态系统生产总值（GEP）核算技术规范
- [2] 联合国. 2012年环境经济核算体系：中心框架[M]. 纽约：联合国，2014
- [3] 自然资本议定书（Natural Capital Protocol）[M]. 英国：自然资本联盟，2019
- [4] 国家统计局. 自然资源资产负债表编制制度（试行）方案（编制指南）[EB/OL]. (2020-10-27).  
[http://www.stats.gov.cn/tjsj/tjzd/gjtjzd/202010/t20201027\\_1796600.html](http://www.stats.gov.cn/tjsj/tjzd/gjtjzd/202010/t20201027_1796600.html)
- [5] 国家发展改革委员会 国家统计局. 《生态产品总值核算规范（试行）》[EB/OL]. (2022-03-26).  
<http://hbdrc.hebei.gov.cn/web/web/xxgkwzcyj/2c94738482627eb601826d892bb05297.htm>
- [6] 朱玉杰,董希斌. 大兴安岭地区落叶松用材林不同抚育间伐强度经营效果评价[J]. 林业科学, 2016, 52(12): 29-38.
- 

地方标准信息服务平台