

# 海南省 生态产品总值（GEP）核算技术规范

Technical specification for Accounting Gross Ecosystem Product(GEP) Hainan Province

（试行）

海南省生态环境厅

2023年3月

# 目 次

前 言 .....	I
引 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 总则 .....	3
4.1 核算区域与核算单元 .....	3
4.2 核算原则 .....	3
4.3 核算程序 .....	3
5 评估指标体系 .....	4
6 调查与评估使用数据要求 .....	6
7 陆地生态产品总值核算方法 .....	6
7.1 物质产品供给服务 .....	6
7.2 调节服务 .....	7
7.3 文化服务 .....	15
8 海洋和滨海湿地生态产品总值核算方法 .....	15
8.1 物质产品供给服务 .....	15
8.2 调节服务 .....	17
8.3 文化服务 .....	23
9 附则 .....	23
9.1 质量控制 .....	23
9.2 成果汇总 .....	23
9.3 成果应用 .....	24
附 录 A （规范性） 生态产品清单 .....	25
附 录 B （资料性） 生态产品实物量和价值量核算关键参数 .....	26
B.1 水源涵养服务核算主要参数 .....	26
B.2 土壤保持服务核算主要参数 .....	29
B.3 洪水调蓄服务核算主要参数 .....	31
B.4 固定二氧化碳服务核算参数 .....	32
B.5 局部气候调节服务核算主要参数 .....	35
B.6 空气净化服务核算主要参数 .....	36
B.7 水体净化服务核算主要参数 .....	36
B.8 海洋废弃物处理服务主要参数 .....	37
B.9 物种保育更新服务核算参数 .....	38
B.10 价格参数 .....	39
附 录 C （资料性） 生态产品总值核算基础数据要求 .....	41

附录 D	(资料性) 生态产品总值核算报告编写大纲.....	46
附录 E	(资料性) 生态系统划分.....	47
参考文献	.....	49

# 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。

本文件由海南省生态环境厅组织编制并归口。

本文件起草单位：海南省环境科学研究院（国家生态文明试验区（海南）研究中心）。

本文件主要起草人：胡小飞、王晨野、穆晓东、邢巧、王敏英、吴晓晨、许积层、马字伟、邬乐雅、杨安富、覃茂运、侯德佳、蓝才鑫、左永令、王艺臻

# 引 言

为贯彻落实《关于建立健全生态产品价值实现机制的意见》《国家生态文明试验区（海南）实施方案》等文件精神，按照《海南省建立健全生态产品价值实现机制实施方案》要求，持续推动生态产品价值核算工作向纵深发展，需构建符合海南省区域特征的生态产品价值核算指标体系和方法，指导和规范海南省生态产品总值核算工作，提高核算的科学性、规范性、可操作性，推动核算结果可追溯、可核查、可比较，制定本技术规范。

本技术规范基于海南省陆海区域特征，构建适用于海南省陆地生态系统和海洋生态系统的生态产品总值核算指标体系，界定本地化关键参数，规范生态产品总值核算方法和核算数据要求。

本文件可为政府决策、绩效考核评价，以及生态保护补偿、生态环境损害赔偿、经营开发融资、生态资源权益交易、生态银行等生态产品价值实现领域提供参考支撑。

# 海南省生态产品总值（GEP）核算技术规范

## 1 范围

本文件规定了海南省陆地、滨海湿地与海洋生态系统生态产品总值核算技术流程、指标体系、功能量核算方法、定价方法和价值量核算方法等内容。

本文件适用于海南省省、市、县（区）、镇（乡）、村等各级行政区域的生态产品总值核算，其他功能相对完整的生态自然地理区域以及由不同生态系统类型组合而成的地域单元，可参照本文件开展生态产品总值核算。

## 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 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 海洋生态资本评估技术导则

HY/T 0305-2021 养殖大型藻类和双壳贝类碳汇计量方法 碳储量变化法

HJ 1169 全国生态状况调查评估技术规范——湿地生态系统野外观测

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**陆地生态系统** terrestrial ecosystem

指陆地表面一定空间范围内植物、动物和微生物群落及与非生物环境相互作用形成的功能整体，包括森林、草地、农田、湿地、城市（镇）等生态系统类型。

### 3.2

**海洋生态系统** marine ecosystem

指由海洋中的生物群落与其非生物环境相互作用形成的功能整体。

### 3.3

**滨海湿地生态系统** coastal wetlands ecosystem

指分布在低潮时海平面以下6米处至大潮线之上，包括与内河流域相连的淡水或半咸水湖沼以及海上溯未能抵达的入海河的河段范围内的生物群落及其无机环境相互作用形成的有机整体。

### 3.4

**森林生态系统** forest ecosystem

指以乔木、灌丛和其中的动物为主体的生物群落与其非生物环境相互作用形成的功能整体。

### 3.5

**农田生态系统** farmlands ecosystem

指以农作物为主体的生物群落与其非生物环境相互作用形成的功能整体。

### 3.6

#### **草地生态系统 grasslands ecosystem**

指以草本植物和食草动物为主体的生物群落与其非生物环境相互作用形成的功能整体。

### 3.7

#### **内陆湿地生态系统 inland wetlands ecosystem**

指由陆地或水域相互作用区域内的各种生物与其非生物环境相互作用形成的兼顾水域和陆地生态系统特征的功能整体，包括沼泽湿地、湖泊湿地、河流湿地等自然湿地，以及库塘、盐田及其他重点保护野生动物栖息地或者重点保护野生植物原生地等人工湿地等。

### 3.8

#### **城市生态系统 urban ecosystem**

指由城市居民、生活在其中的动植物与其非生物环境相互作用而形成的功能整体。

### 3.9

#### **生态系统服务 ecosystem services**

人类从生态系统中得到的惠益，包括物质供给、调节服务、文化服务以及支持服务。支持服务属于中间过程服务，不属于最终服务，为了避免重复计算，在生态系统生产总值核算中不考虑支持服务。

### 3.10

#### **生态产品<sup>1)</sup> ecological product**

生态系统为经济活动和其他人类活动提供且被使用的货物与服务贡献，包括物质产品供给、调节服务和文化服务三类。

### 3.11

#### **物质产品供给服务 material provisioning services**

生态系统在一定时间内为人类提供并被使用的各种物质产品，如粮食、油料、蔬菜、水果、木材、生物质能、水产品、中草药、牧草、花卉、种质资源等。

### 3.12

#### **调节服务 regulating services**

指生态系统为维持或改善人类生存环境提供的惠益，如水源涵养、土壤保持、防风固沙、海岸带防护、洪水调蓄、空气净化、水体净化、固碳、局部气候调节、噪声消减等。

### 3.13

#### **文化服务 cultural services**

生态系统为提高人类生活质量提供的非物质惠益，如精神感受、灵感激发、旅游观光、休闲娱乐和美学体验等。

### 3.14

#### **实物量 bio-physical value**

生态系统产品与服务的物理量，如粮食产量、洪水调蓄量、土壤保持量、固碳量与景点旅游人数等。

---

<sup>1)</sup> “生态产品”是具有中国特色的概念。2010年12月国务院发布的《全国主体功能区划》(国发〔2010〕46号)中提出“生态产品指维系生态安全、保障生态调节功能、提供良好人居环境的自然要素，包括清新的空气、清洁的水源和宜人的气候等”和“生态功能区提供生态产品的主体功能主要体现在：吸收二氧化碳、制造氧气、涵养水源、保持水土、净化水质、防风固沙、调节气候、清洁空气、减少噪音、吸附粉尘、保护生物多样性、减轻自然灾害等”。这一界定主要强调生态系统的调节和维持服务。随着时间推移，将物质供给和文化服务纳入生态产品范畴已成为主流共识。国际上与之最接近的一个概念是联合国等国际组织最新制定的《环境经济核算体系——生态系统核算》(SEEA EA)中的“生态系统最终服务”，指生态系统为经济活动和其他人类活动提供且被使用的最终产品，包括物质供给、调节服务、文化服务。

### 3.15 价值量 monetary value

生态产品的货币价值。

### 3.16

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

一定空间范围内各类生态系统在核算期内提供的所有生态产品的货币价值之和。

## 4 总则

### 4.1 核算区域与核算单元

陆地生态系统以自然资源和规划主管部门确定的海岸线以上陆域作为核算区域；海洋生态系统以海南省管辖的近岸海域作为核算区域<sup>2)</sup>。

核算单元的大小根据核算区域的空间范围确定。省级行政区以30 m×30 m的空间网格作为基本核算单元，地级市、县（市、区）级行政区建议以10 m×10 m的空间网格作为基本核算单元。

### 4.2 核算原则

#### 4.2.1 客观性原则

核算时应优先使用实测数据，现有监测体系资料不能满足核算需求的，相关部门单位应积极完善监测体系，开展补充性调查监测，力求做到基础资料可靠、核算方法科学、核算结果准确可比。

#### 4.2.2 基于交换价值原则

采用与国民账户体系一致的估价方法，基于交换价值测算生态产品价值，以支持与标准国民账户中的信息整合。

#### 4.2.3 实用性原则

根据海南省生态系统特点、核算目的和数据可获得性，确定适合海南省区域特征的核算内容、指标和方法。

#### 4.2.4 本地化原则

基于热带雨林国家公园、近岸海域以及市县等生态产品总值核算结果，结合海南省区域特征，建立适合海南省本地化参数表，实现核算参数本地化。

#### 4.2.5 开放性原则

根据生态产品价值核算最新研究成果，发展和完善价值核算的指标与方法。

### 4.3 核算程序

生态产品总值核算主要工作程序包括：

- a) 确定核算地域范围。根据核算目的，确定生态产品总值核算的区域范围。可按下列方式确定：行政区域单元、功能相对完整的生态系统地域单元、由不同生态系统类型组合而成的特定地域单元等。

---

<sup>2)</sup> 海南岛周边近岸管理海域即海南岛海岸线至领海外缘线之间的海域，琼州海峡以广东省和海南省间海域行政区域界线为界。

- b) 明确生态系统类型与分布。调查分析核算区域内生态系统类型、面积与分布，绘制生态系统空间分布图。
- c) 编制生态产品目录清单。根据生态系统类型与核算用途，调查分析核算范围内生态产品种类，确定生态产品总值核算的重点，编制生态产品目录清单，确定核算基准时间。
- d) 收集资料与补充调查。收集生态产品总值核算所需相关文献资料、各类生态系统监测与统计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。
- e) 核算生态产品实物量。按照本规范规定的技术方法与核算模型，核算各类生态产品实物量。当区域参数无基础数据支撑时，可参考本规范提供的技术参数。
- f) 确定生态产品单位价值。按照本规范规定的技术方法与核算模型，运用市场价值法、替代成本法等价值核算方法，采用当年价确定每一类生态产品的参考价格。涉及多年对比时可以采用基准年不变价。
- g) 核算生态产品价值量。根据生态产品实物量及其单位价值，对生态系统提供的供给服务、调节服务和文化服务价值进行核算。
- h) 核算生态产品总值。将核算区范围内各类生态产品价值加总，得到生态产品总值，核算按式(1)。

$$GEP = EPV + ESV + ECV + EPV_S + ESV_S + ECV_S \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$GEP$ ——生态产品总值（万元/a）；

$EPV$ 、 $EPV_S$ ——分别是陆地、海洋和滨海湿地物质产品供给服务价值（万元·a<sup>-1</sup>）；

$ESV$ 、 $ESV_S$ ——分别是陆地、海洋和滨海湿地调节服务价值（万元·a<sup>-1</sup>）；

$ECV$ 、 $ECV_S$  ——分别是陆地、海洋和滨海湿地文化服务价值（万元·a<sup>-1</sup>）。

- i) 开展核算结果分析。对核算区生态产品总值的空间分布、区域特征及单位面积或人均生态产品总值等指标进行分析，完成核算报告。

## 5 评估指标体系

海南省生态产品总值核算指标体系由物质产品供给服务、调节服务和文化服务3大类服务构成。其中，物质产品供给服务主要包括农业产品、林业产品、畜牧业产品、渔业产品、淡水资源、种质资源；调节服务主要包括水源涵养、土壤保持、固碳、氧气释放、局部气候调节、洪水调蓄、海岸带防护、物种保育更新、空气净化、水体净化、废弃物处理、负氧离子释放；文化服务主要包括旅游康养。生态产品总值核算指标体系与核算方法见表1，各类生态系统类型生态产品总值核算指标见表2。

表1 生态产品总值核算指标体系与核算方法

核算区域类型	一级指标	二级指标	实物量核算方法	价值量核算方法
陆地生态系统	物质产品供给服务	农林牧渔（淡水）产品	统计法	增加值法或市场价值法
		淡水资源	统计法	市场价值法
		生态能源	统计法	市场价值法
		种质资源	统计法	市场价值法
	调节服务	水源涵养	水量平衡法	影子工程法
		土壤保持	修正通用土壤流失方程	替代成本法
		洪水调蓄	水量储存模型	影子工程法
		固碳	机理模型	市场价值法
		氧气释放	机理模型	替代成本法
		空气净化	污染物净化模型	替代成本法
		水体净化	污染物净化模型	替代成本法
		局部气候调节	实测法、蒸散模型	替代成本法
		负氧离子释放*	机理模型	替代成本法
		海岸带防护	统计调查法	替代成本法
物种保育更新*	Shannon-Weine 指数	替代成本法		
文化服务	旅游康养	统计调查法	统计调查法、旅行费用法	
海洋和滨海湿地生态系统	物质产品供给服务	养殖生产	统计法	市场价值法
		捕捞生产	统计法	市场价值法
		种质资源	统计法	市场价值法
	调节服务	固碳	机理模型	市场价值法
		氧气释放	机理模型	替代成本法
		废弃物处理	统计监测法	治理成本法
		局部气候调节*	实测法、蒸散模型	替代成本法
		海岸带防护	统计调查法	影子工程法
	物种保育更新*	统计法	保育价值法	
文化服务	旅游康养	统计法	统计调查法、旅行费用法	

注：\*为可选项，根据实际情况选择是否核算。

表2 各类生态系统生态产品总值主要核算指标

类别	核算指标	森林	草地	农田	内陆湿地	城市	滨海湿地	海洋
物质产品供给服务	物质产品供给	√	√	√	√	√	√	√
调节服务	水源涵养	√	√	×	√	×	×	×
	土壤保持	√	√	√	√	×	×	×
	洪水调蓄	√	√	×	√	×	×	×
	空气净化	√	√	√	√	√	√	×
	水体净化	×	×	×	√	√	√	×
	固碳	√	√	√	√	√	√	√
	氧气释放	√	√	×	√	√	√	×
	局部气候调节	√	√	×	√	√	√*	√*
	废弃物处理	×	×	×	×	×	×	√
	负氧离子提供*	√	√	×	√	√	√	×
	海岸带防护	√	×	×	×	√	√	×
	物种保育更新*	√	√	√	√	×	√	√
文化服务	旅游康养	√	√	√	√	√	√	√
<p>注1: ×为不评估; √为评估。</p> <p>注2: 城市生态系统中的林地、草地、农用地、湿地等产生的生态服务功能按照本标准提供的方法核算后, 按城市边界(城市建成区范围)进行汇总, 得到城市生态产品总值。</p> <p>注3: *为可选项, 根据实际情况选择是否核算。</p>								

## 6 调查与评估使用数据要求

生态产品总值评估使用的地理空间数据、监测数据、统计数据、实地调查数据以及参考文献数据等数据来源、单位、频次等应符合附录C的规定。

## 7 陆地生态产品总值核算方法

### 7.1 物质产品供给服务

#### 7.1.1 实物量核算

主要对农业、林业、畜牧业、渔业(淡水)、种子产品、(淡)水资源产品等直接利用物质产品以及生态能源等转化利用产品产量进行统计, 不包括野生动物、野生植物或小规模自产自用的其它生态产品。其中一些以干货进行统计的产品如食用菌、茶叶等应按照经验系数换算为湿重核算。

直接利用物质产品总产量按式(2)进行求和; 生态能源等转化利用供给产品按式(3)。

$$E_{pro} = \sum_{i=1}^n E_i \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $E_{pro}$ ——物质产品总产量 ( $t \cdot a^{-1}$ )；
  - $i$ ——核算区物质产品种类,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ;
  - $E_i$ ——第*i*种物质产品的产量 ( $t \cdot a^{-1}$ )。
- 生态能源等转化利用供给产品按式 (3)。

$$E_{ee} = \sum_{i=1}^n E_{eei} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $E_{ee}$ ——生态能源总产量或使用量 ( $kW \cdot h \cdot a^{-1}$ )；
- $i$ ——核算区生态能源的类型,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ;
- $E_{eei}$ ——*i*类生态能源类型的产量 ( $kW \cdot h \cdot a^{-1}$ )。

### 7.1.2 价值量核算

核算地区可获得本项产品增加值时，推荐采取增加值进行核算，没有增加值数据时，用市场价格法核算产品产值进行代替。物质产品供给服务价值量按式 (4)。

$$EPV = ( \sum_{i=1}^n E_i \times P_i + \sum_{i=1}^n E_{eei} \times P_{ei} ) \times 10^{-4} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- $EPV$ ——物质产品供给的总价值 (万元· $a^{-1}$ )；
- $P_i$ ——第*i*类直接利用产品的价格 (元· $kg^{-1}$ )，单位视具体产品而定；
- $P_{ei}$ ——第*i*类转化利用产品的价格 (元·( $kW \cdot h$ ) $^{-1}$ )

## 7.2 调节服务

### 7.2.1 水源涵养服务

#### 7.2.1.1 实物量核算

利用水量平衡模型计算水源涵养量 ( $Q_{wr}$ )，核算按式 (5)。

$$Q_{wr} = [ \sum_{j=1}^n A_j \times [ \sum_{i=1}^n \sum_{m=1}^{12} ( P_{i,m} - QF_{i,m} - AET_{i,m} ) ] ] \times 10^{-3} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $Q_{wr}$ ——水源涵养量 ( $m^3 \cdot a^{-1}$ )；
- $A_j$ ——表示*j*类生态系统面积 ( $m^2$ )；
- $P_{i,m}$ ——核算区内*i*像元的*m*月多年平均降雨量 ( $mm \cdot a^{-1}$ )，建议采用近5年移动平均值；
- $QF_{i,m}$ ——核算区内的*i*像元*m*月地表径流量 ( $mm \cdot a^{-1}$ )，建议采用近5年移动平均值，或参考附录B. 1；
- $AET_{i,m}$ ——核算区内*i*像元*m*月实际蒸散发量 ( $mm \cdot a^{-1}$ )，核算见附录B. 1；
- $i$ ——核算区内的第*i*个像元；
- $n$ ——核算区内的总像元个数。

#### 7.2.1.2 价值量核算

采用影子工程法，以建设蓄水量与生态系统水源涵养量相当的水利设施所需成本作为水源涵养价值。核算按式（6）

$$V_{wr} = Q_{wr} \times C_{we} \times 10^{-4} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$V_{wr}$ ——蓄水保水价值（万元·a<sup>-1</sup>）；

$C_{we}$ ——水库单位库容的工程造价（元·m<sup>-3</sup>），见附录B.10。

## 7.2.2 土壤保持服务

### 7.2.2.1 实物量核算

采用通用土壤流失方程（RUSLE）核算土壤保持服务实物量。核算按式（7）。

$$Q_{sr} = \sum_{j=1}^n [R \times K \times L \times S \times (1 - C \times P) \times A_j] \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$Q_{sr}$ ——核算区土壤保持量（t·a<sup>-1</sup>）；

$A_j$ ——j类生态系统的面积（m<sup>2</sup>）；

$R$ ——降雨侵蚀力因子（MJ·mm·hm<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>·a<sup>-1</sup>），用多年平均年降雨侵蚀力指数表示，核算见附录B.2；

$K$ ——土壤可蚀性因子（t·h·MJ<sup>-1</sup>·mm<sup>-1</sup>），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，

核算见附录B.2；

$L$ ——坡长因子（无量纲），核算见附录B.2；

$S$ ——坡度因子（无量纲），核算见附录B.2；

$C$ ——盖度和管理因子（无量纲），核算见附录B.2；

$P$ ——水土保持措施因子（无量纲），核算见附录B.2；

$n$ ——核算区生态系统类型总数。

### 7.2.2.2 价值量核算

采用替代成本法进行土壤保持价值量核算，按式（8）-（11）。

$$V_{sr} = V_{sd} + V_{dph} + V_{sf} \dots\dots\dots (8)$$

$$V_{sd} = \lambda \times \left( \frac{Q_{sr}}{\rho} \right) \times C \times 10^{-4} \dots\dots\dots (9)$$

$$V_{dph} = \sum_{i=1}^n Q_{sr} \times C_i \times P_i \times 10^{-4} \dots\dots\dots (10)$$

$$V_{sf} = \sum_{i=1}^n Q_{sr} \times K_i \times P_{ti} \times 10^{-4} + Q_{sr} \times C_c \times P_c \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$V_{sr}$ ——土壤保持总价值（万元·a<sup>-1</sup>）；

$\rho$ ——土壤容重（t·m<sup>-3</sup>），参考附录B.2；

$\lambda$ ——泥沙淤积系数，参考附录B.2；

$V_{sd}$ ——减少泥沙淤积价值（万元·a<sup>-1</sup>）；

$V_{dph}$ ——减少面源污染价值量（万元·a<sup>-1</sup>）；

$V_{sf}$ ——保持土壤肥力价值量（万元·a<sup>-1</sup>）；

$C$  ——单位水库清淤工程费用 (元·m<sup>-3</sup>)，可参考附录B.10;  
 $i$  ——土壤中氮、磷等营养物质数量， $i=1, 2, \dots, n$ ;  
 $Q_{sr}$  ——土壤保持量 (t·a<sup>-1</sup>)；  
 $C_i$  ——土壤中氮、磷等营养物质的纯含量 (%)，参考附录B.2；  
 $P_i$  ——处理氮、磷废水的成本 (元·t<sup>-1</sup>)；  
 $K_i$  ——土壤保持的养分 (氮、磷、钾) 折算为尿素、过磷酸钙、氯化钾的折算系数；  
 $P_{ti}$  ——化肥 (尿素、过磷酸钙和氯化钾) 价格 (元·t<sup>-1</sup>)；  
 $C_c$  ——土壤中有有机质平均含量 (%)；  
 $P_c$  ——有机质价格 (元·t<sup>-1</sup>)。

### 7.2.3 洪水调蓄服务

#### 7.2.3.1 实物量核算

用可调蓄洪水量作为核算指标，核算按式 (12)。

$$C_{fm} = C_{fc} + C_{rc} + C_{mc} \dots \dots \dots (12)$$

式中：

$C_{fm}$  ——洪水调蓄量 (m<sup>3</sup>·a<sup>-1</sup>)；  
 $C_{fc}$  ——森林、灌丛、草地洪水调蓄总量 (m<sup>3</sup>·a<sup>-1</sup>)，核算见附录B.3；  
 $C_{rc}$  ——水库洪水调蓄量 (m<sup>3</sup>·a<sup>-1</sup>)，核算见附录B.3；  
 $C_{mc}$  ——沼泽湿地洪水调蓄量 (m<sup>3</sup>·a<sup>-1</sup>)，核算见附录B.3。

#### 7.2.3.2 价值量核算

运用替代成本法核算区域内洪水调蓄价值，核算按式 (13)。

$$V_{fm} = (C_{fm} \times C_{we}) \times 10^{-4} \dots \dots \dots (13)$$

式中：

$V_{fm}$  ——生态系统洪水调蓄价值 (万元·a<sup>-1</sup>)；  
 $C_{we}$  ——水库单位库容的工程造价 (元·m<sup>-3</sup>)，参考附录B.10。

### 7.2.4 空气净化服务

#### 7.2.4.1 实物量核算

依据二氧化硫、氮氧化物等污染物浓度是否超过环境空气功能区质量标准，选用污染物排放量或空气净化能力，作为生态系统空气净化实物量。

方法一：如果污染物浓度未超过环境空气功能区质量标准，大气污染物净化量为污染物排放量，核算按式 (14)。

$$Q_{ap} = \sum_{i=1}^n Q_i \dots \dots \dots (14)$$

式中：

$Q_{ap}$  ——大气污染物排放总量 (kg·a<sup>-1</sup>)；  
 $i$  ——大气污染物类别 (二氧化硫、氮氧化物)，(无量纲)；

- $n$  ——大气污染物类别的数量（无量纲）；
- $j$  ——大气污染物类别（二氧化硫、氮氧化物），（无量纲）；
- $Q_i$  ——第  $i$  类大气污染物排放量（ $\text{kg}\cdot\text{a}^{-1}$ ）

方法二：如果污染物浓度超过环境空气功能区质量标准，大气污染物净化量为生态系统自净能力，核算按式（15）。

$$Q_{ap} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_{ij} \times A_i \dots\dots\dots (15)$$

式中：

- $Q_{ap}$  ——生态系统空气净化能力（ $\text{kg}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；
- $m$  ——生态系统类型的数量（无量纲）；
- $i$  ——生态系统类型（无量纲）；
- $n$  ——大气污染物类别的数量（无量纲）；
- $j$  ——大气污染物类别（二氧化硫、氮氧化物）（无量纲）；
- $Q_{ij}$  ——核算区内第  $i$  类生态系统第  $j$  种大气污染物的净化能力（ $\text{kg}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ），参考附录B.6；
- $A_i$  ——第  $i$  类生态系统类型面积（ $\text{km}^2$ ）。

#### 7.2.4.2 价值量核算

采用替代成本法进行空气净化价值量核算，通过工业治理大气污染物成本评估生态系统空气净化价值，按式（16）。

$$V_{ap} = \sum_{i=1}^n Q_i \times C_i \times 10^{-4} \dots\dots\dots (16)$$

式中：

- $V_{ap}$  ——生态系统空气净化价值（万元· $\text{a}^{-1}$ ）；
- $C_i$  ——第  $i$  类大气污染物的治理成本（元· $\text{t}^{-1}$ ），参考附录B.10。

#### 7.2.5 水体净化服务

##### 7.2.5.1 实物量核算

采用水体污染物净化量作为核算指标，核算方法有以下两种，优先选用方法一。

方法一：采用水体污染物净化量作为核算指标，按照GB 3838—2002对水环境质量应控制项目的规定，选取COD、氨氮等指标，以水环境质量Ⅲ类为环境容量，核算水域湿地水体净化实物量，核算按式（17）。

$$Q_{wp} = \left( \sum_{i=1}^n Q_{wi} \times SR \right) \times 10^{-9} \dots\dots\dots (17)$$

式中：

- $Q_{wp}$  ——水体净化量（ $\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；
- $Q_{wi}$  ——为水域湿地对第  $i$  类污染物的Ⅲ类水质标准（ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ），参考附录B.7；
- $i$  ——污染物类别（无量纲）；
- $SR$  ——内陆湿地生态系统径流量（ $\text{m}^3$ ）。

方法二：采用水域湿地生态系统对污染物（COD、氨氮）的自净能力计算水体净化实物量，核算按式（18）。

$$Q_{wp} = \sum_{i=1}^n Q_i \times A \dots\dots\dots (18)$$

式中：

- $Q_{wp}$ ——水体净化总量 (t·a<sup>-1</sup>)；
- $n$ ——水体污染物类别的数量 (无量纲)；
- $i$ ——污染物类别 (无量纲)；
- $Q_i$ ——水域湿地对第  $i$  类水体污染物的年净化能力 (t·km<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>)，可参考附录B.7；
- $A$ ——水域面积 (km<sup>2</sup>)。

### 7.2.5.2 价值量核算

采用替代成本法进行水体净化价值量计算，通过水体污染物治理成本进行核算，核算按式 (19)。

$$V_{wp} = \sum_{i=1}^n Q_{wpi} \times C_i \times 10^{-4} \dots\dots\dots (19)$$

式中：

- $V_{wp}$ ——水体净化价值 (万元·a<sup>-1</sup>)；
- $Q_{wpi}$ ——第  $i$  类水体污染物净化总量 (t·a<sup>-1</sup>)；
- $C_i$ ——第  $i$  类污染物的处理成本 (元·t<sup>-1</sup>)，参考附录B.10。

### 7.2.6 固碳服务

#### 7.2.6.1 实物量核算

采用生态系统固定二氧化碳量作为核算指标，森林、灌丛和草地等生态系统植被固碳量采用净生态系统生产力法 (NEP法)，湿地与土壤固碳实物量采用固碳速率法核算。核算按式 (20) - (23)。

$$Q_T = Q_E + Q_S + Q_W \dots\dots\dots (20)$$

$$Q_E = \frac{M_{CO_2}}{M_C} \times NEP \dots\dots\dots (21)$$

$$Q_W = \frac{M_{CO_2}}{M_C} \times \sum_j^m B_j \times W_j \dots\dots\dots (22)$$

$$Q_S = \frac{M_{CO_2}}{M_C} \times \sum_i^n A_i \times S_i \dots\dots\dots (23)$$

式中：

- $Q_T$ ——陆地每年生态系统总固碳量 (t·CO<sub>2</sub>·a<sup>-1</sup>)；
- $Q_E$ ——森林、灌丛和草地植被每年二氧化碳固定量 (t·CO<sub>2</sub>·a<sup>-1</sup>)；
- $Q_S$ ——土壤每年二氧化碳固定量 (t·CO<sub>2</sub>·a<sup>-1</sup>)；
- $Q_W$ ——湿地每年二氧化碳固定量 (t·CO<sub>2</sub>·a<sup>-1</sup>)；
- $\frac{M_{CO_2}}{M_C}$ ——C转化为CO<sub>2</sub>的系数，44/12；
- $NEP$ ——净生态系统生产力 (t·C·a<sup>-1</sup>)，核算见附录B.4；
- $B_j$ —— $j$ 类湿地的面积 (hm<sup>2</sup>)；
- $W_j$ —— $j$ 类湿地的固碳速率 (gC·m<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>)，参考附录B.4；
- $A_i$ ——不同生态系统的面积 (hm<sup>2</sup>)；

$S_i$ ——为不同生态系统实测土壤固碳速率 ( $t \cdot CO_2 \cdot hm^{-2} \cdot a$ )，或参考附录B.4。

### 7.2.6.2 价值量核算

生态系统固碳价值采用碳交易法进行核算，固定二氧化碳价值量按式(24)核算。

$$V_{cf} = Q_T \times C_c \times 10^{-4} \dots\dots\dots (24)$$

式中：

$V_{cf}$ ——固碳价值 (万元·a<sup>-1</sup>)；

$C_c$ ——碳交易价格 (元·t<sup>-1</sup>)，参考附录B.10。

### 7.2.7 氧气释放服务

#### 7.2.7.1 实物量核算

氧气释放实物量核算按式(25)。

$$Q_{op} = NPP \times 1.19 \dots\dots\dots (25)$$

式中：

$Q_{op}$ ——生态系统释氧量 (t·a<sup>-1</sup>)；

$NPP$ ——为生态系统净初级生产力 (t)。

#### 7.2.7.2 价值量核算

$$V_{op} = Q_{op} \times C_{co} \times 10^{-4} \dots\dots\dots (26)$$

式中：

$V_{op}$ ——生态系统释放氧气价值 (万元·a<sup>-1</sup>)；

$C_{co}$ ——工业制氧成本 (元·t<sup>-1</sup>)，参考附录B.10。

### 7.2.8 局部气候调节服务

#### 7.2.8.1 实物量核算

局部气候调节实物量核算有两种方法，优先选用方法一，在无实测数据情况下采用方法二。

方法一：采用实际测量生态系统内外温差吸收的大气热量作为生态系统气候调节的实物量，核算按式(27)。

$$E_{cr} = \sum_{i=1}^n \Delta T_i \times \rho_c \times V \dots\dots\dots (27)$$

式中：

$E_{cr}$ ——生态系统内外温差吸收的总能量 (kW·h·a<sup>-1</sup>)；

$\Delta T_i$  ——第*i*天生态系统内外实测温差 (°C)；

$\rho_c$ ——空气的比热容 J/m<sup>3</sup>·°C；

$V$  ——生态系统内空气的体积 (m<sup>3</sup>)；

$n$  ——年内日最高温超过26°C的总天数。

方法二：采用生态系统蒸散发过程中消耗的能量作为局部气候调节的实物量，核算按式（28）。

$$E_{cr} = E_{pp} + E_{we} \dots\dots\dots (28)$$

式中：

- $E_{cr}$ ——生态系统蒸腾蒸发消耗的总能量（kW·h·a<sup>-1</sup>）；
- $E_{pp}$ ——生态系统植被蒸腾消耗的能量（kW·h·a<sup>-1</sup>），核算见附录B.5；
- $E_{we}$ ——生态系统水面蒸发消耗的能量（kW·h·a<sup>-1</sup>），核算见附录B.5。

#### 7.2.8.2 价值量核算

$$V_{cr} = (E_{cr} \times p) / \gamma \times 10^{-4} \dots\dots\dots (29)$$

式中：

- $V_{cr}$ ——生态系统气候调节价值（万元·a<sup>-1</sup>）；
- $p$ ——电价（元/kW·h），参考附录B.10。
- $\gamma$ ——空调能效比，取3.25。

#### 7.2.9 负氧离子释放服务

##### 7.2.9.1 实物量核算

按照GB/T 38582-2020中负氧离子功能量核算方法，按式（30）。

$$G_{noi} = \frac{5.256 \times 10^{15} \times Q_{noi} \times A \times H}{L} \dots\dots\dots (30)$$

式中：

- $G_{noi}$ ——森林中提供负氧离子个数（个·a<sup>-1</sup>）；
- $Q_{noi}$ ——森林负氧离子浓度（个·cm<sup>-3</sup>）；
- $A$ ——森林面积（hm<sup>2</sup>）；
- $H$ ——实测森林树木高度（m）；
- $L$ ——负氧离子寿命（min）。

##### 7.2.9.2 价值量核算

价值量核算按式（31）。

$$V_{noi} = \frac{5.256 \times 10^{15} \times (Q_{noi} - 600) \times A \times H}{L} \times K_{noi} \times 10^{-4} \dots\dots\dots (31)$$

式中：

- $V_{noi}$ ——森林提供负氧离子价值（万元）；
- $K_{noi}$ ——负氧离子生产费用（元·个<sup>-1</sup>），参考附录B.10。

#### 7.2.10 海岸带防护服务

##### 7.2.10.1 实物量核算

根据实际调查获取的海防林表征陆地生态系统海岸带防护服务的实物量。

### 7.2.10.2 价值量核算

海岸带防护价值量核算按式 (32)。

$$V_D = D \times C \dots\dots\dots (32)$$

式中:

$V_D$ ——海岸带防护服务价值 (万元);

$C$ ——人工岸线建设成本与年均维护成本 (万元·km<sup>-1</sup>)。

### 7.2.11 物种保育更新

#### 7.2.11.1 实物量核算

以动植物及其生境为主要保护对象各类自然保护地、生态保护红线的面积为实物量单元,并把濒危动植物、特有动植物和古树名木的数量纳入物种保育实物量计算,体现生物多样性保护等级信息。核算按式 (33)。

$$G_{bio} = A \times (1 + 0.1 \times \sum_{m=1}^x E_m + 0.1 \times \sum_{n=1}^y B_n + 0.1 \times \sum_{r=1}^z O_r) \dots\dots\dots (33)$$

式中:

$G_{bio}$ ——物种保育的实物量 (hm<sup>2</sup>);

$E_m$ ——区域内物种  $m$  的濒危分值,核算见附录B.9;

$B_n$ ——区域内物种  $n$  的特有值,核算见附录B.9;

$O_r$ ——区域内物种  $r$  的古树年龄指数,核算见附录B.9;

$x$ ——为计算濒危指数物种数量;

$y$ ——为计算特有种指数物种数量;

$z$ ——为计算古树年龄指数物种数量;

$A$ ——自然保护区面积 (hm<sup>2</sup>)。

#### 7.2.11.2 价值量核算

物种保育价值量核算按式 (34)。

$$V_{bio} = G_{bio} \times S_c \times 10^{-4} \dots\dots\dots (34)$$

式中:

$V_{bio}$ ——物种保育价值 (万元·a<sup>-1</sup>);

$S_c$ ——为单位面积物种保育价值 (元·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>),根据Shannon-Weiner指数进行单位面积物种保育价值确定,具体参考附录B.10。

### 7.2.12 陆地调节服务总价值

调节服务价值总量核算按式 (35)。

$$ESV = V_{wr} + V_{sd} + V_{dph} + V_{fm} + V_{ap} + V_{wp} + V_{cf} + V_{cr} + V_{noi} + V_D + V_{bio} \dots\dots\dots (35)$$

式中:

$ESV$ ——调节服务价值总量 (万元)。

### 7.3 文化服务

#### 7.3.1 旅游康养

##### 7.3.1.1 实物量核算

采用区域内统计年鉴中接待游客总人数作为核算指标。

$$N_t = \sum_{i=1}^n N_{ti} \dots\dots\dots (36)$$

式中

$N_t$ ——游客总人数（人次）；

$N_{ti}$ ——第*i*个旅游景观的游览人数（人次）；

$n$ ——旅游景观个数， $i=1, 2, \dots, n$ 。

##### 7.3.1.2 价值量核算

方法一：采用区域统计年鉴自然景观区域内旅游总收入作为旅游康养价值量。

方法二：采用支付意愿问卷调查法。旅游康养价值核算按式（37）-（39）。

$$V_c = \sum_{j=1}^n N_t \times TC_j \dots\dots\dots (37)$$

$$TC_j = T_j \times W_j + C_j \dots\dots\dots (38)$$

$$C_j = C_{tc,j} + C_{lf,j} + C_{ef,j} \dots\dots\dots (39)$$

式中：

$V_c$ ——休闲旅游总价值（万元· $a^{-1}$ ）；

$N_t$ ——从*j*地区到核算区受调查游客人次（万人次）；

$TC_j$ ——来自*j*地区的每人次游客的平均旅游消费水平（元·人次 $^{-1}$ ）；

$T_j$ ——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 $^{-1}$ ）；

$W_j$ ——表示来自*j*地的游客的当地平均工资（元·人 $^{-1}$ ·天 $^{-1}$ ）；

$C_j$ ——表示来自*j*地的游客花费的平均直接旅行费用（元·人 $^{-1}$ ），其中包括游客从*j*地到核算区域的交通费用 $C_{tc,j}$ （元/人）、食宿花费 $C_{lf,j}$ （元·人 $^{-1}$ ）和门票费用 $C_{ef,j}$ ；

$j$ ——来核算地区旅游的游客所在区域个数， $j=1, 2, 3, \dots, n$ 。

#### 7.3.2 文化服务总价值

$$ECV = V_c \times 10^{-4} \dots\dots\dots (40)$$

式中：

$ECV$ ——文化服务价值总量（亿元· $a^{-1}$ ）。

## 8 海洋和滨海湿地生态产品总值核算方法

### 8.1 物质产品供给服务

#### 8.1.1 养殖生产

##### 8.1.1.1 实物量核算

养殖生产的实物量应采用评估海域的主要类别养殖水产品的年产量进行评估，分鱼类、甲壳类、贝类、藻类、其它等五类。

$$Y_f = \sum_{i=1}^n Y_{fi} \dots\dots\dots (41)$$

式中：

$Y_f$ ——养殖生产总产量 (kg·a<sup>-1</sup>) ；

$Y_{fi}$ —— $i$ 类供给产品产量 (kg·a<sup>-1</sup>) ；

$n$ ——核算海域养殖生产产品的类别数。

### 8.1.1.2 价值量核算

核算地区能获取本项产品增加值时，推荐采取增加值进行核算，没有增加值数据时，采用市场价格法进行评估。核算按式 (42)。

$$M_{SM} = \sum_{i=1}^n (Q_{SMi} \times P_{Mi}) \times 10^{-4} \dots\dots\dots (42)$$

式中：

$M_{SM}$ ——养殖生产价值 (万元·a<sup>-1</sup>) ；

$Q_{SMi}$ ——第 $i$ 类养殖水产品产量 (kg·a<sup>-1</sup>)， $i=1, 2, 3, 4, 5$ 分别代表鱼类、甲壳类、贝类、藻类和其它；

$P_{Mi}$ ——第 $i$ 类养殖水产品的平均市场价格 (元·kg<sup>-1</sup>)。

## 8.1.2 捕捞生产

### 8.1.2.1 实物量核算

捕捞生产的实物量采用捕捞年产量进行评估，数据来自统计年鉴。海南省捕捞生产的统计包括远洋捕捞和近海域捕捞，需扣除远洋捕捞，只对近海域捕捞的实物量进行核算。

如评估海域存在商业捕捞，则捕捞生产的实物量应采用捕捞年产量进行评估。如评估海域存在商业捕捞或者非商业捕捞活动，但是没有捕捞产量统计数据，捕捞生产的实物量应根据邻近海域同类功能区主要品种的捕捞量与资源量的比例推算。如缺少评估海域渔业资源现存量数据，可采用临近海域同类功能区单位面积海域渔业资源现存量数据推算。

$$Y_c = \sum_{i=1}^n Y_{ci} \dots\dots\dots (43)$$

式中：

$Y_c$ ——捕捞生产总产量 (kg·a<sup>-1</sup>) ；

$Y_{ci}$ ——第 $i$ 类供给产品产量 (kg·a<sup>-1</sup>) ；

$n$ ——核算海域捕捞生产产品的类别数。

### 8.1.2.2 价值量核算

核算地区能获取本项产品增加值时，推荐采取增加值进行核算，没有增加值数据时，采用市场价格法进行评估。计算公式为：

$$V_{SC} = \sum_{i=1}^n (Q_{SCi} \times P_{Ci}) \times 10^{-4} \dots\dots\dots (44)$$

式中：

$V_{SC}$ ——捕捞生产价值 (万元·a<sup>-1</sup>) ;

$Q_{Sci}$ ——第*i*类捕捞水产品的产量 (kg/a) , *i*=1, 2, 3, 4, 5, 6分别代表鱼类、甲壳类、贝类、藻类、头足类和其它;

$P_{Ci}$ ——第*i*类捕捞水产品的平均市场价格 (元·kg<sup>-1</sup>) 。

捕捞水产品的平均市场价格应采用评估海域临近海产品批发市场的同类海产品批发价格进行计算。应根据评估海域实际情况进行调整。

### 8.1.3 种质资源

#### 8.1.3.1 实物量核算

种质资源的实物量采用评估海域主要培育的水产品育苗的年产量进行评估,分海水鱼苗、虾类育苗、贝类育苗、藻类育苗和海参育苗等5类。

#### 8.1.3.2 价值量核算

种质资源的价值量采用市场价格法进行评估。

$$V_{GM} = \sum_{i=1}^n (Q_{GMi} \times P_{GMi}) \times 10^{-4} \dots\dots\dots (45)$$

式中:

$V_{GM}$ ——种质资源价值 (万元·a<sup>-1</sup>) ;

$Q_{GMi}$ ——第*i*类种质资源的产量 (尾或个) ; *i* =1, 2, 3, 4, 5分别代表海水鱼苗、虾类育苗、贝类育苗、藻类苗和海参育苗;

$P_{GMi}$ ——第*i*类种质资源产品的市场价格 (元·尾<sup>-1</sup>或个<sup>-1</sup>) 。

#### 8.1.4 物质产品供给服务价值

海洋生态系统物质产品供给服务总价值核算按式 (46) 。

$$EPV_S = M_{SM} + V_{SC} + V_{GM} \dots\dots\dots (46)$$

式中:

$EPV_S$ ——物质产品供给服务总价值 (万元·a<sup>-1</sup>) 。

### 8.2 调节服务

#### 8.2.1 固碳服务

##### 8.2.1.1 实物量核算

选用固定二氧化碳量作为滨海湿地与海洋生态系统固碳服务实物量的评价指标。采用红树林、海草床、浮游植物、大型藻类和滤食性贝类计量方法核算海洋生态系统固碳服务。核算按式 (47) 。

$$Q_{CO_2} = Q_m + Q_p + Q_a + Q_s \dots\dots\dots (47)$$

式中:

$Q_m$  ——红树林、海草床年固碳量 (t·a<sup>-1</sup>) ;

$Q_p$  ——浮游植物的年固碳量 (t·a<sup>-1</sup>) ;

$Q_a$  ——大型藻类的年固碳量 (t·a<sup>-1</sup>) ;

$Q_s$  ——滤食性贝类年固碳量 (t·a<sup>-1</sup>) 。

——红树林、海草床等滨海湿地固碳实物量核算。红树林、海草床固碳实物量计算方法主要有三种：根据数据可获得性，建议优先选择生物量法，其次选择固碳速率法，最后选择净生态系统生产力法（NEP法）。

方法一：固碳速率法，核算按式（48）。

$$Q_m = \sum_{j=1}^m \frac{M_{CO_2}}{M_C} \times B_j \times W_j \dots\dots\dots (48)$$

式中：

$B_j$ ——红树林、海草床的面积（ $hm^2$ ）；  
 $W_j$ ——红树林、海草床的固碳速率（ $t \cdot CO_2 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ）。

方法二：生物量法，核算按式（49）-（52）。

$$Q_m = (Q_{ab} + Q_{un} + Q_s) \times M_{CO_2} / M_C \dots\dots\dots (49)$$

$$Q_{ab} = G_{ab,t} * CF_{ab,t} - G_{ab,t-1} * CF_{ab,t-1} \dots\dots\dots (50)$$

$$Q_{un} = G_{un,t} * CF_{un,t} - G_{un,t-1} * CF_{un,t-1} \dots\dots\dots (51)$$

$$Q_s = G_{s,t} * CF_{s,t} - G_{s,t-1} * CF_{s,t-1} \dots\dots\dots (52)$$

式中：

$Q_m$ ——红树林、海草床年固碳量（ $t \cdot a^{-1}$ ）；  
 $Q_{ab}$ ——红树林、海草床地上年固碳量（ $t \cdot a^{-1}$ ）；  
 $Q_{un}$ ——红树林、海草床地下年固碳量（ $t \cdot a^{-1}$ ）；  
 $Q_s$ ——红树林、海草床土壤年固碳量（ $t \cdot a^{-1}$ ）；  
 $G_{ab,t}$ 和 $G_{ab,t-1}$ ——分别是核算年和核算前一年红树林、海草床的地上生物量（ $t \cdot a^{-1}$ ），参考HJ1169监测获得；

$CF_{ab,t}$ 和 $CF_{ab,t-1}$ ——分别是核算年和核算前一年红树林、海草床的地上部分含碳量（%）；

$G_{un,t}$ 和 $G_{un,t-1}$ ——分别是核算年和核算前一年红树林、海草床的地下生物量（ $t \cdot a^{-1}$ ），参考HJ1169监测获得；

$CF_{un,t}$ 和 $CF_{un,t-1}$ ——分别是核算年和核算前一年红树林、海草床的地上部分含碳量（%）；

$G_{s,t}$ 和 $G_{s,t-1}$ ——分别是核算年和核算前一年红树林、海草床的土壤质量（ $t \cdot a^{-1}$ ）；

$CF_{s,t}$ 和 $CF_{s,t-1}$ ——分别是核算年和核算前一年红树林、海草床的土壤含碳量（%）。

方法三：采用净生态系统生产力估算方法，核算按式（53）。

$$Q_m = M_{CO_2} / M_C \times NEP \dots\dots\dots (53)$$

式中：

$Q_m$ ——红树林、海草床等生态系统二氧化碳固定总量（ $t \cdot CO_2 \cdot a^{-1}$ ）；

$M_{CO_2} / M_C$ —— $CO_2$ 与C的分子量之比，44/12；

$NEP$ ——净生态系统生产力（ $t \cdot C \cdot a^{-1}$ ）。

——海洋浮游植物、大型藻类、贝类等固碳实物量评估方法有两种，根据数据可获得性选取评估方法。如两种方法都适用，选取最能反映潜力的作为最终实物量。

方法一：基于海洋浮游植物、大型藻类和贝类固定二氧化碳的原理计算，适用于所有海域评估，核算按式（54）-（57）。

$$Q_c = Q_p + Q_a + Q_s \dots\dots\dots (54)$$

$$Q_p = 3.67 \times Q_{pp} \times S \times 365 \times 10^{-3} \times M_{CO_2}/M_C \dots\dots\dots (55)$$

$$Q_a = 1.63 \times Q_A \times M_{CO_2}/M_C \dots\dots\dots (56)$$

$$Q_s = P \times M_{CO_2}/M_C (R_{st} \cdot W_c + R_s \cdot W_{cs}) \dots\dots\dots (57)$$

式中：

$Q_{pp}$ ——浮游植物的初级生产力 ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ )，参考附录B4.2；

$S$ ——评估海域的水域面积 ( $\text{km}^2$ )；

$Q_A$ ——大型藻类的干重 ( $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ )；

$P$ ——贝类产量 ( $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ )；

$R_{st}$ ——软体组织干质量比例 (%)；

$W_c$ ——软体组织含碳量 (%)

$R_s$ ——贝壳干质量比例 (%)；

$W_{cs}$ ——贝壳含碳量 (%)。

方法二：基于海洋吸收大气二氧化碳的原理计算，适用于有海气界面二氧化碳通量监测数据的大面积海域评估，核算按式 (58)。

$$Q_c = Q_{CO_2} \times S \dots\dots\dots (58)$$

式中：

$Q_c$ ——海洋生态系统固定二氧化碳总量 ( $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ )；

$Q_{CO_2}$ ——单位面积海域每年吸收二氧化碳的量 ( $\text{t} \cdot \text{CO}_2 / (\text{a} \cdot \text{km}^2)$ )，可参考GB/T 28058，南海海域每年吸收二氧化碳的量  $4.76 \text{t} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{a}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ ；

$S$ ——评估海域的水域面积 ( $\text{km}^2$ )。

### 8.2.1.2 价值量核算

固碳价值量应采用市场价格法进行评估。核算按式 (59)。

$$V_{CO_2} = Q_{CO_2} \times P_{CO_2} \times 10^{-4} \dots\dots\dots (59)$$

式中：

$V_{CO_2}$ ——固碳价值 (万元  $\cdot \text{a}^{-1}$ )；

$Q_{CO_2}$ ——固碳实物量 ( $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ )；

$P_{CO_2}$ ——二氧化碳排放权的市场交易价格 (元  $\cdot \text{t}^{-1}$ )，采用海南省碳交易市场价格或全国当年碳交易市场均价，见附录B.10。

### 8.2.2 氧气释放服务

#### 8.2.2.1 实物量核算

用二氧化碳固定量换算成氧气释放量作为评估指标。核算按式 (60)。

$$Q_{mop} = a \times Q_{CO_2} \dots\dots\dots (60)$$

式中：

$Q_{mop}$ ——近岸海域生态系统氧气生产量 (t)；  
 $Q_{co_2}$ ——近岸海域生态系统中海岸带红树林、海草床等植被、浮游植物和大型藻类的固碳量 (t)；  
 $\alpha$ ——近岸海域生态系统中固碳量换算成氧气释放量的系数，取32/44。

### 8.2.2.2 价值量核算

释氧价值量应采用市场价格法进行评估。核算按式 (61)。

$$V_{or} = Q_{or} \times C_o \times 10^{-4} \dots\dots\dots (61)$$

式中：

$V_{or}$ ——近岸海域生态系统氧气生产价值 (万元·a<sup>-1</sup>)；  
 $Q_{or}$ ——近岸海域生态系统氧气释放量 (t·a<sup>-1</sup>)；  
 $C_o$ ——工业制氧成本 (元/t)，见附录B.10。

### 8.2.3 废弃物处理服务

#### 8.2.3.1 实物量核算

废弃物处理的实物量评估有三个方法可以选用：

方法一：对于已知环境容量的海域，宜采用环境容量值进行评估，废弃物处理的实物量按COD、无机氮、活性磷酸盐的容纳量计算。

依据 GB 3097，选取化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐等为主要污染物不同水质标准浓度限值，按照《海南省近岸海域环境功能区划（2010年修编）》中划定的纳污海洋功能区的面积，进行废弃物处理实物量核算。核算按式 (62)。

$$Q_{SWT} = \sum_{j=1}^3 Q_{ij} \times A_j \times H_j \times 10^{-6} \dots\dots\dots (62)$$

式中：

$Q_{SWT}$ ——为维护目标水质要求的第*i*项污染物的环境容纳量 (t·a<sup>-1</sup>)；  
 $Q_{ij}$ ——第*i*项污染物第*j*种水质的浓度限值 (mg·L<sup>-1</sup>)，参考附录B8；  
*I*——化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐3项主要污染物；  
*j*——二类、三类和四类水质类型；  
 $A_j$  ——*j*类近岸海域纳污海洋功能区面积 (km<sup>2</sup>)，参考附录B8；  
 $H_j$ ——*j*类近岸海域纳污海洋功能区平均水深 (m)。

方法二：基于海洋生态系统对陆源污染物无机氮、活性磷酸盐的净化及排海化学需氧量的处理能力，选用各类水体污染物净化量，作为海洋生态系统废弃物处理实物量的评价指标。核算按式 (63)。

$$Q_{SWT} = Q_{tco_2} \times \frac{16}{106} + Q_{tco_2} \times \frac{1}{106} + P_{COD} \dots\dots\dots (63)$$

式中：

$Q_{tco_2}$ ——海洋生态系统固碳量 (t·a<sup>-1</sup>)；  
16/106——根据浮游植物对营养盐的吸收总体上遵循Redfield比值(C:N:P=106:16:1)的规律取得；  
1/106——根据浮游植物对营养盐的吸收总体上遵循Redfield比值(C:N:P=106:16:1)的规律取得；  
 $P_{COD}$ ——排海化学需氧量 (t·a<sup>-1</sup>)。

方法三：采用排海废弃物的数量进行评估，排废弃物主要考虑废水、COD、无机氮、活性磷酸盐等。核算按式 (64)。

$$Q_{SWT} = Q_{WW} - Q_{WW} \times w \times 20\% + Q_{WT} \dots\dots\dots (64)$$

式中：

$Q_{SWT}$ ——废弃物处理（考虑排海废水）的实物量（ $t \cdot a^{-1}$ ）；

$Q_{WW}$ ——工业和生活废水产生量（ $t \cdot a^{-1}$ ）；

$w$ ——工业和生活废水所含污染物的质量分数（%）；

$Q_{WW} \times w$ ——表示工业和生活废水所含的污染物总量（ $t \cdot a^{-1}$ ）；

$Q_{WW} \times w \times 20\%$ ——表示废水通过河流、沟渠入海过程中滞留在途中的污染物的量（ $t \cdot a^{-1}$ ），按20%的滞留率计算。

### 8.2.3.2 价值量核算

废弃物处理的价值量应采用替代成本法进行评估。核算按式（65）。

$$V_{SW} = \sum_{i=1}^m Q_{SWT} \times P_i \times 10^{-4} \dots\dots\dots (65)$$

式中：

$V_{SW}$ ——废弃物处理的价值量（万元· $a^{-1}$ ）；

$Q_{SWT}$ ——废弃物处理的实物量（ $t \cdot a^{-1}$ ）；

$P_i$ ——第*i*项污染物的处理成本（元· $t^{-1}$ ），见附录B.10。

## 8.2.4 局部气候调节

### 8.2.4.1 实物量核算

选用生态系统蒸腾蒸发消耗的能量作为局部气候调节实物量评估指标，也可使用实际测量的生态系统内外温差转化为生态系统吸收的大气热量评估实物量，优先选用实际测量方法。

方法同7.2.8。

### 8.2.4.2 价值量核算

方法同7.2.8。

## 8.2.5 海岸带防护

### 8.2.5.1 实物量核算

运用红树林、珊瑚礁等生态系统防护或替代海堤等防护工程的长度估算海岸带防护实物量。核算按式（66）。

$$D_{cl} = \sum_{i=1}^n D_{cli} \dots\dots\dots (66)$$

式中：

$D_{cl}$ ——海岸带生态系统防护的海岸线总长度（ $km \cdot a^{-1}$ ）；

$D_{cli}$ ——*i*类生态系统防护的海岸线长度（ $km \cdot a^{-1}$ ）， $i = 1, 2, \dots, n$ ；

$n$ ——核算海域海岸带防护生态系统类型的数量。

### 8.2.5.2 价值量核算

通过替代成本法核算海岸防护的经济价值，通过统计生态系统防护范围内由于减轻风暴潮造成海水淹没海岸带的经济损失和减轻海浪造成损毁岸堤的经济损失得到。核算按式（67）：

$$V_{cp} = \sum_{i=1}^n D_{cli} \times W_{cli} \times V_{cla} \times D_{rcl} + C_{cl} \times 10^{-4} \dots\dots\dots (67)$$

式中：

$V_{cp}$ ——海岸带防护总价值（万元·a<sup>-1</sup>）；

$D_{cli}$ —— $i$ 类生态系统防护的海岸线长度（km）， $i = 1, 2, \dots, n$ ；

$W_{cli}$ —— $i$ 类生态系统海岸防护的权重，即单位长度 $i$ 类生态系统海岸防护的生态效益与单位长度人工岸线防护的生态效益的比值，无量纲；

$V_{cla}$ ——单位长度人工岸线的造价成本（元·km<sup>-1</sup>·a<sup>-1</sup>），包括减轻风暴潮造成海水淹没海岸带的经济损失、减轻海浪造成损毁岸堤的经济损失等，人工岸线寿命按照核算地域所涉工程建设标准或设计规范计算，默认值取 50 年；

$C_{cl}$ ——单位长度人工岸线年维护成本（元·km<sup>-1</sup>·a<sup>-1</sup>）；

$D_{rcl}$ ——人工岸线工程年折旧率；

$n$ ——核算海域海岸带防护生态系统类型的数量。

## 8.2.6 物种保育更新

### 8.2.6.1 实物量核算

方法一：采用对评估海域内分布的国家级、省级的自然保护区、海洋特别保护区和水产种质资源保护区数量来进行评估，采用区域保护区面积进行核算。核算按式（68）

$$G_{biop} = S \dots\dots\dots (68)$$

式中：

$G_{biop}$ ——物种保育实物量（hm<sup>2</sup>）；

$S$ ——保护区面积（hm<sup>2</sup>）。

方法二：如区域未划定自然保护区，物种保育更新实物量核算包含采用评估海域内分布的海洋保护物种数（国家级、省级）以及在当地有重要价值（科学的、文化的、宗教的、经济的）的海洋物种数来进行评估。核算按式（69）：

$$G_{biop} = A \times (1 + 0.1 \times \sum_{m=1}^x E_m + 0.1 \times \sum_{n=1}^y B_n) \dots\dots\dots (69)$$

式中：

$G_{biop}$ ——物种保育实物量；

$E_m$ ——区域内保护物种的濒危分值，见附录B.9；

$B_n$ ——区域内物种 $n$ 的特有值，见附录B.9；

$x$ ——计算濒危指数物种数量；

$y$ ——计算特有种指数物种数量；

$A$ ——群落面积（hm<sup>2</sup>）。

### 8.2.6.2 价值量核算

物种保育更新价值量推荐采用保护区保护价值法。核算按式（70）：

$$V_{biop} = G_{biop} \times S_c \times 10^{-4} \dots\dots\dots (70)$$

式中：

$V_{biop}$ ——物种保育价值（万元·a<sup>-1</sup>）；

$G_{biop}$ ——物种保育实物量；

$S_c$ ——为单位面积保育成本（元· $hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ），见附录B.10。

### 8.2.7 调节服务总价值

调节服务价值总量核算按式（71）。

$$ESV_S = (V_{CO_2} + V_{or} + V_{SW} + V_{tt} + V_{cp} + V_{biop}) \times 10^{-4} \dots\dots\dots (71)$$

式中：

$ESV_S$ ——调节服务价值总量（亿元）。

## 8.3 文化服务

### 8.3.1 旅游康养

#### 8.3.1.1 实物量核算

旅游康养服务评估主要评估海域以自然海洋景观为主体的海洋旅游景区。休闲娱乐的实物量采用海洋旅游景区的年旅游人数评估。若旅游人数很少，可不进行该项评估。

方法同7.3.1。

#### 8.3.1.2 价值量核算

方法同7.3.1。

### 8.3.2 文化服务总价值

$$ECV_S = V_C \times 10^{-4} \dots\dots\dots (72)$$

式中：

$ECV_S$ ——海洋和滨海湿地文化服务价值总量（亿元· $a^{-1}$ ）。

## 9 附则

### 9.1 质量控制

#### 9.1.1 核算管理

核算工作应按照第7章与第8章的规定开展陆地与海洋生态产品的实物量和价值量核算，并实行自检、互检、技术负责人检查和专家验收“三检一验”制度，检验内容包括每个核算科目的数据来源、实物量和价值量核算结果。

#### 9.1.2 数据要求

生态产品总值核算所需数据应符合附录C中的规定。数据质量应保证可获得数据的正确性、完整性、逻辑性、一致性。

### 9.2 成果汇总

#### 9.2.1 成果类型

核算成果可汇总为下列类型：

——图件成果：

- 1) 生态系统分类标准产品：在自然资源调查数据或遥感专题信息自动提取成果的基础上，经过转换形成满足生态产品总值核算的生态系统分类标准产品。
- 2) 专题图件：根据生态产品总值核算技术规范，制作相应的实物量和价值量专题图件。

——表册成果：包括打印签字版或盖章扫描版的数据来源确认表、问卷调查表、核算结果汇总表等。

——文本成果：区域生态产品总值核算报告。

### 9.2.2 数据格式

除文字和表册外，其他空间数据需转换为GEOTIFF格式（栅格数据格式）或SHAPEFILE格式（矢量数据格式）。

### 9.2.3 成果安全

生态产品总值核算过程中涉及国家秘密的资料和数据，应按保密规定进行管理，不得发生失密、泄密问题。

## 9.3 成果应用

### 9.3.1 决策应用

核算成果可应用于绿色发展财政奖补、国土空间管控、生态系统保护修复、环境治理评估、自然资源资产负债表编制等领域，调节服务产品核算结果可作为制定生态保护补偿标准、生态环境损害赔偿标准等制度的依据。

### 9.3.2 规划应用

核算成果反映出的生态产品总值结构特征和变化趋势可应用于促进绿色高质量发展的战略规划、行动计划、生态保护修复规划、实施方案的编制，评估生态产品价值影响，确保生态产品保值增值。

### 9.3.3 项目应用

核算成果可应用于国家级、省级等重大生态保护修复工程建设效益评价。核算成果可应用于土地出让、生态产品开发经营与市场化交易，推动生态惠民富民。

### 9.3.4 考核应用

核算成果可应用于市县高质量发展综合考核、党政领导班子绩效考核、领导干部自然资源资产离任审计等工作中，推动完善绿色政绩考核制度。

附 录 A  
(规范性)  
生态产品清单

表A. 1为生态产品清单。

表A. 1 生态产品清单

一级指标	二级指标	说明
物质产品 供给服务	农业产品	从农业生态系统中获得的初级产品，如谷物、豆类、油料、糖料；热带水果、蔬菜、薯类、坚果、饮料和香料作物、胡椒；中药材等。
	林业产品	林木产品、林产品以及与森林资源相关的初级产品，如木材、竹材、槟榔、橡胶、林药、茶叶、菌类、花卉、苗木等。
	畜牧业产品	用圈养、散养或者两者结合的方式，饲养禽畜以取得动物产品，如牛、羊、猪、家禽年底出栏数；奶类；禽蛋等。
	渔业产品	人类利用水域中生物的物质转化功能，通过捕捞、养殖等方式取得的水产品。
	(淡)水资源	优质的生态环境为本地或下游提供高品质水资源。
	种质资源	生态系统提供农、林、牧、渔业等种子产品。
	生态能源	生态系统中的生物物质及其所含的能力，如水能、沼气、秸秆等。
调节服务	水源涵养	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、调节河川流量，增加可利用水资源的功能。
	土壤保持	生态系统通过其结构与过程降低雨水的侵蚀能力，减少土壤流失的功能。
	洪水调蓄	森林、灌丛、草地、湿地等生态系统通过调节暴雨径流、削减洪峰，减轻洪水危害的功能。
	陆地固碳	陆地生态系统通过光合作用将大气中的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，降低大气中CO <sub>2</sub> 浓度的功能。
	海洋与滨海湿地固碳	海洋与滨海湿地生态系统通过红树林、浮游植物、大型藻类等光合作用固定CO <sub>2</sub> ，和滤食性贝类通过摄食活动直接吸收海水中的碳酸氢根，并最终以有机碳或其他形式输送到深层海水，并埋藏到海底，降低大气中CO <sub>2</sub> 浓度的功能。
	氧气释放	生态系统通过光合作用释放氧气，减缓大气中CO <sub>2</sub> 浓度升高，维持大气氧气浓度稳定的功能。
	空气净化	生态系统吸收、阻滤和分解大气中的污染物，如SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、粉尘等，有效净化空气，改善大气环境的生态效应。
	水体净化	水环境通过一系列物理和生化过程对进入其中的污染物进行吸附、转化以及生物吸收等，使水体得到净化的生态效应。
	废弃物处理	海洋生态系统对人类产生的各种排海污染物如COD、氨氮、总磷、总氮、石油烃等的降解、吸收和转换服务。
	局部气候调节	生态系统通过植被蒸腾作用和水面蒸发过程吸收能力，调节温湿度的功能。
	负氧离子释放	生态系统通过物理和生物过程，释放负氧离子，产生空气净化和健康疗效的功能。
海岸带防护	生态系统降低海浪，避免或减小海堤或海岸侵蚀的功能。	

一级指标	二级指标	说明
	物种保育更新	生态系统为动植物物种提供生存与繁衍的场所，从而对其起到保育作用的功能。
文化服务	旅游康养	为人类提供美学价值、灵感、教育价值等非物质惠益的自然景观，其承载的价值对社会具有重大的意义。

## 附录 B

(资料性)

### 生态产品实物量和价值量核算关键参数

#### B.1 水源涵养服务核算主要参数

##### B.1.1 地表径流

有实测径流系数时，按式 (B.1) 核算地表径流量：

$$Q = P \times R \dots\dots\dots (B.1)$$

无实测径流系数时，采用SCS模型进行地表径流量计算。SCS 概念模型如下：

$$Q = \begin{cases} \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S}, & P \geq 0.2S \\ 0, & P < 0.2S \end{cases} \dots\dots\dots (B.2)$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

$Q$ ——日径流量（径流深度，mm）；

$P$ ——日降雨量（mm）；

$R$ ——径流系数（无量纲）；

$S$ ——土壤的潜在最大蓄水载荷（mm）；

$CN$ ——径流曲线系数（无量纲），取值见表B.1.2。

SCS概念模型细化到每场降雨和每种地类，公式如下：

$$Q_{i,j} = \begin{cases} \frac{(P_i-0.2S_{i,j})^2}{P_i+0.8S_{i,j}}, & P_i \geq 0.2S_{i,j} \\ 0, & P_i < 0.2S_{i,j} \end{cases} \dots\dots\dots (B.4)$$

$$S_{i,j} = \frac{25400}{CN_{i,j}} - 254 \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：

$i$ 和 $j$ 分别表示降雨的频次和生态系统类型。

在年尺度上，对每种生态系统类型所有降雨场次产生的径流量进行累计：

$$Q_j = \sum_{i=1}^n Q_{i,j} \dots\dots\dots (B.6)$$

式中：

$Q_j$ ——地类 $j$ 每年的径流总量。

$CN$ 是反映降雨前下垫面地表特征的一个综合指标， $CN$ 值在0-100之间， $CN$ 值越大， $S$ 值越小，越容易产生净流；反之，则相反。 $CN$ 需要根据土壤前期湿润程度(Antecedent moisture condition, 简称AMC)、坡度、土壤类型和土地利用现状等综合推算。

$CN$ 值的确定有以下步骤：

- a) **雨量站控制单元的划分。**基于雨量站空间位置信息，在 ArcGIS 软件下划分泰森多边形，确定每个雨量站的控制单元。
- b) **土壤水文类型的划分。**以土壤类型图为输入数据，根据表 B.1 划分土壤水文类型（A、B、C、D 四类）。

表B.1 土壤水文类型划分标准

类别	土壤水文性质	稳定下渗率 (mm/h)
A	厚层沙、厚层黄土、团粒化粉砂土	7.26-11.73
B	薄层黄土、砂壤土	3.81-7.26
C	粘壤土、薄层砂壤土、粘质含量高的土壤	1.27-3.81
D	吸水后显著膨胀的土壤、塑性的粘土、某些盐渍土	0-1.27

- c) **降雨场次的选取。**为了充分表达雨洪的概念，对降雨强度为大雨及其以上（日降雨量大于 25mm）的降雨场次进行径流模拟。以此为标准，逐雨量站进行降雨场次的选取。
- d) **生态系统类型的划分。**根据土地利用类型将生态系统进行划分归类，尽可能的进行细分，如低地雨林、山地雨林、季雨林、橡胶林、经济果木林、用材林、灌木林、湿地、农田、城市用地、裸地等。
- e) **CN 参数的确定。**根据土壤水文类型和生态系统类型，按照上文叙述中确定的赋值标准，逐斑块确定 CN 参数。可以参考的 CN 值如表 B.2 所示。

表B.2 海南省部分生态系统类型的 CN 值参考参数

生态系统类型	CN_A	CN_B	CN_C	CN_D
低地雨林	30	30	41	48
山地雨林	30	30	41	48
季雨林	30	30	41	48
橡胶林	46	66	77	83
经济果木林	32	58	72	79
用材林	46	66	77	83
灌木林	49	68	79	84
草地	49	69	79	84
湿地	98	98	98	98
农田	67	78	85	89
不透水地面	91	91	91	91
裸地	77	86	91	94

### B. 1.2 实际蒸散发

实际蒸散发可用如下公式表示：

$$AET_{i,m} = \min(PET_{i,m}; P_{i,m} - QF_{i,m} + \alpha_m \beta_i L_{sum.avail,i}) \dots\dots\dots (B. 7)$$

$$PET_{i,m} = K_{c,i,m} \times ET_{0,i,m} \dots\dots\dots (B. 8)$$

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} \mu_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \dots\dots\dots (B. 9)$$

$$L_{sum.avail,i} = \sum_{j \in \{\text{排水到像元}i\text{的邻近栅格}\}} p_{ij} \times (L_{avail,j} + L_{sum.avail,j}) \dots\dots\dots (B. 10)$$

$$L_{avail,i} = \min(\partial L_i, L_i) \dots\dots\dots (B. 11)$$

式中：

$K_{c,i,m}$ ——像元*i*上生态系统*m*月的作物系数；通过查阅文献获得，可参考表B. 3；

$ET_{0,i,m}$ ——像元*i*上生态系统的*m*月的参考蒸散发，单位mm；

$R_n$ ——净辐射，单位MJ/（m<sup>2</sup>·d）；

$G$ ——土壤热通量，单位MJ/（m<sup>2</sup>·d）；

$\gamma$ ——干湿表常数，取4；

$T$ ——日均温度（℃）；通过气象监测站获取；

$u_2$ ——2m风速（m/s）；通过气象监测站获取；

$e_s$ 和 $e_a$ ——分别为饱和水汽压和实际水汽压（kPa）；

$\Delta$ ——饱和水汽压曲线斜率（kPa/℃）；

$\alpha_m$ ——第*m*月可用的上游年可用补给的部分；

$\beta_i$ ——可用于下游蒸散的上游补给的部分；

$\partial$ ——可用于下游栅格的栅格重新补给部分；

$R_n$ 、 $e_s$ 、 $e_a$ 和 $\Delta$ ——具体计算过程参考手册“FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 56, Crop Evapotranspiration”。

表B. 3 海南省不同生态系统类型不同月份作物蒸散发参考值

生态系统类型	Kc_1	Kc_2	Kc_3	Kc_4	Kc_5	Kc_6	Kc_7	Kc_8	Kc_9	Kc_10	Kc_11	Kc_12
低地雨林	0.837	0.891	0.833	0.887	0.881	0.856	0.846	0.813	0.805	0.783	0.798	0.899
山地雨林	0.837	0.891	0.833	0.887	0.881	0.856	0.846	0.813	0.805	0.783	0.798	0.899
季雨林	0.837	0.891	0.833	0.887	0.881	0.856	0.846	0.813	0.805	0.783	0.798	0.899
灌木林	0.664	0.658	0.682	0.844	0.788	0.561	0.402	0.34	0.379	0.411	0.611	0.59
草地	0.688	0.676	0.711	0.835	0.845	0.704	0.585	0.488	0.503	0.545	0.617	0.67
湿地	1.03	1.028	1.031	1.099	1.09	1.035	0.972	0.924	0.935	0.954	1.012	1.016
经济果	0.707	0.723	0.711	0.849	0.861	0.757	0.606	0.485	0.499	0.548	0.675	0.706

木林												
橡胶林	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
农田	0.668	0.675	0.678	0.836	0.837	0.707	0.543	0.428	0.456	0.51	0.65	0.665
城镇	0.76	0.728	0.747	0.924	0.886	0.748	0.591	0.501	0.524	0.561	0.73	0.704
裸地	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

## B.2 土壤保持服务核算主要参数

### B.2.1 降雨侵蚀力因子

降雨侵蚀力因子*R*核算方法如下：

基于月降雨量的计算模型，核算按式 (B.12)：

$$R = \sum_{i=1}^{12} (-1.5527 + 0.1792P_i) \times 17.02 \dots\dots\dots (B.12)$$

式中：

*R*——降雨侵蚀力值 (MJ·mm·hm<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>·a<sup>-1</sup>)；

*i*——月份；

*P<sub>i</sub>*——月降雨量 (mm)。

### B.2.2 土壤可蚀性因子

土壤可蚀性因子*K*核算按式 (B.13)：

$$K = (-0.01383 + 0.51515 \times K_{EPIC}) \times 0.1317 \dots\dots\dots (B.13)$$

$$K_{EPIC} = \{0.2 + 0.3e^{[-0.0256m_s \times (1 - m_{silt})]}\} \times \left[ \frac{m_{silt}}{m_c + m_{silt}} \right]^{0.3} \times \left\{ 1 - \frac{0.25orgC}{[orgC + e^{(3.72 - 2.95 \times orgC)}]} \right\} \times$$

$$\left\{ \frac{1 - 0.7 \times \left(1 - \frac{m_s}{100}\right)}{\left(1 - \frac{m_s}{100}\right) + e^{[-5.51 + 22.9 \left(1 - \frac{m_s}{100}\right)]}} \right\} \dots\dots\dots (B.14)$$

式中：

*K*——土壤可蚀性值 (t·hm<sup>2</sup>·h·hm<sup>-2</sup>·MJ<sup>-1</sup>·mm<sup>-1</sup>)；

*orgC*——土壤有机质含量百分比 (%)；

*m<sub>s</sub>*——粘粒 (<0.002 mm) 含量百分比 (%)；

*m<sub>silt</sub>*——粉粒 (0.002 mm~0.05 mm) 含量百分比 (%)；

*m<sub>c</sub>*——砂粒 (0.05 mm~2 mm) 含量百分比 (%)。

各土壤类型质地与有机质含量可参考表B.4。

表B.4 海南省土壤质地和有机质表

土壤类型	砂砾 (%)	粉粒 (%)	粘粒 (%)	有机质 (%)
砖红壤	85.11	13.06	1.83	1.905
赤红壤	48.375	37.88	13.745	1.905
黄壤	39.89	39.78	20.33	1.905
水稻土	35.77	45.36	18.87	1.559
燥红土	38.99	44.88	16.13	0.693

紫色土	58.15	32.64	9.21	1.732
火山灰土	43.99	42.88	13.13	2.771
石质土	61.55	31.21	7.24	4.330
新积土	69.71	26.14	4.15	1.039
盐土	31.48	54.06	14.46	4.560

注：数据来源于《海南岛土壤地球化学手册》。

### B. 2. 3 坡长和坡度因子

坡长因子 $L$ 核算按式 (B. 15)、式 (B. 16) 和式 (B. 17)，坡度因子 $S$ 的核算按式 (B. 18)：

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m \dots\dots\dots (B. 15)$$

$$m = \frac{\beta}{1+\beta} \dots\dots\dots (B. 16)$$

$$\beta = \frac{\left(\frac{\sin \theta}{0.0896}\right)}{(3.0 \times \sin \theta^{0.8} + 0.56)} \dots\dots\dots (B. 17)$$

$$S = \begin{cases} 10.8 \times \sin(\theta) + 0.03, & \theta < 9\% \\ 16.8 \times \sin(\theta) - 0.5, & 9\% \leq \theta \leq 18\% \\ 21.91 \times \sin(\theta) - 0.96, & \theta > 18\% \end{cases} \dots\dots\dots (B. 18)$$

式中：

$L$ ——坡长因子；

$\lambda$ ——坡长 (m)；

$m$ ——无量纲常数，取决于坡度百分比值；

$S$ ——坡度因子；

$\theta$ ——坡度 (弧度)。

### B. 2. 4 盖度和管理因子

盖度和管理因子 $C$ 是指在一定的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。采用植被覆盖度计算得到，核算按式 (B. 19)。植被覆盖度 $f$ 基于植被指数 $NDVI$ 数据计算得到，核算按式 (B. 20)。

$$C = \begin{cases} 1 & f = 0 \\ 0.6508 - 0.3436 \lg f & 0 < f \leq 78.3\% \\ 0 & f > 78.3\% \end{cases} \dots\dots\dots (B. 19)$$

$$f = \frac{(NDVI - NDVI_{soil})}{(NDVI_{max} - NDVI_{soil})} \dots\dots\dots (B. 20)$$

式中：

$C$ ——植被覆盖因子；

$f$ ——植被覆盖度 (%)；

$NDVI_{soil}$ ——纯裸土象元的 $NDVI$ 值；

$NDVI_{max}$ ——纯植被象元的NDVI值。

### B. 2. 5 水土保持措施因子

水土保持措施因子P反映水土保持措施对土壤侵蚀的抑制作用，是指采取水土保持措施的土壤侵蚀量与采用顺坡种植时土壤侵蚀量的比值。P值的取值范围为0-1，值越小，表示水土保持能力越好，土壤越不易被侵蚀。在不能通过实验测定的情况下，可以通过土地利用类型的典型P值替代。海南省水田多位于地势平坦区域，旱地种植多采用等高耕作，因此水田的P值取0.15，旱地取值0.35；乔灌果园部分采取挖排水沟、防水壕等简易水土保持措施，因此园地的P值取0.6，其余土地利用类型基本没有采取水土保持措施。不同土地利用类型取值见表B.5。

表B.5 不同土地利用类型的水土保持措施因子 P 值

土地利用类型	水田	旱地	园地	林地	草地	裸地	不透水地面	水体
P 值	0.15	0.35	0.6	1	1	1	0	0

### B. 2. 6 泥沙淤积系数

泥沙淤积系数取值24%。

### B. 2. 7 土壤容重与土壤氮、磷、有机质含量

根据《海南岛生态地球化学调查》与农业部门土壤调查成果，剔除最高值、最低值与异常值后，整理得到海南省11种主要土壤类型的土壤容重与养分元素均值，可作为土壤保持功能核算的参考。

表B.6 海南省土壤容重与土壤中氮、磷含量参考值

序号	土壤类型	平均容重 (g/cm <sup>3</sup> )	有机质 (%)	全 N (%)	全磷 (%)	全钾 (%)
1	滨海砂土	1.67	0.520	0.037	0.021	1.245
2	砖红壤	1.52	1.905	0.090	0.040	2.074
3	赤红壤	1.53	1.905	0.095	0.038	3.070
4	黄壤	1.44	1.905	0.099	0.036	2.904
5	水稻土	1.51	1.559	0.075	0.043	1.079
6	燥红土	1.48	0.693	0.046	0.022	2.240
7	紫色土	1.06	1.732	0.084	0.031	2.240
8	火山灰土	1.07	2.771	0.138	0.147	0.332
9	石质土	1.13	4.330	0.207	0.170	0.498
10	新积土	1.04	1.039	0.063	0.045	2.323
11	盐土	1.21	4.560	0.120	0.310	2.240

## B. 3 洪水调蓄服务核算主要参数

### B. 3. 1 林灌草洪水调蓄能力核算

$$C_{fc} = \sum_{i=1}^n (P_i - R_{fi}) \times A_i \times 1000 \dots\dots\dots (B. 21)$$

式中：

$P_i$ ——研究区域内暴雨降雨量（mm）；

$R_{fi}$ ——研究区域内暴雨径流量（mm）。

暴雨径流量指暴雨期（一般以日降雨50 mm为标准）的地表径流量。核算方式见附录B. 1。

### B. 3. 2 水库洪水调蓄能力

根据水库防洪库容与水库泄洪次数构建模型，由此估算水库总防洪库容：

$$C_{rc} = C_t \times 0.29 \dots\dots\dots (B. 22)$$

式中：

$C_{rc}$ ——水库总防洪库容（亿 $m^3$ ）；

0.29——库容转换为防洪库容的系数，取值参考国家发改委 国家统计局印发的《生态产品总值核算规范（试行）》中东部平原区防洪库容系数；

$C_t$ ——水库库容（亿 $m^3$ ）。

### B. 3. 3 沼泽湿地洪水调蓄能力

湿地土壤具有特殊的水文物理性质，湿地土壤的草根层和泥炭层孔隙度达72 %-93 %，饱和持水量达 830 %-1030 %，在汛期大量水资源被储存于沼泽湿地土壤中或者以表面水的形式保存在湿地中，湿地就像一个巨大的天然蓄水库容纳水分，直接减少了洪水径流，同时湿地植被可拦截径流减缓洪水流速，因此削减和滞后了洪峰，减低了下游洪峰的水位，并使之缓慢下泄，这样有效地对洪水形成缓冲滞纳作用，度过汛期，进而减少洪灾发生。通过构建沼泽土壤蓄水量和地表滞水量模型计算沼泽湿地洪水调蓄能力。

$$C_{mc} = S \times h \times \rho \times (F - E) \times 10^6 \times \rho_w + S \times H \times 10^6 \dots\dots\dots (B. 23)$$

式中：

$C_{mc}$ ——沼泽湿地调蓄洪水的能力（万  $m^3$ ）；

$H$ ——沼泽湿地地表滞水高度（ $m \cdot a^{-1}$ ）；

$h$ ——沼泽湿地土壤蓄水深度（ $m \cdot a^{-1}$ ）；

$\rho$ ——沼泽湿地土壤容重（ $t \cdot m^{-3}$ ）；

$F$ ——沼泽湿地土壤饱和含水率（无量纲）；

$E$ ——沼泽湿地洪水淹没前的土壤自然含水率（无量纲）；

$\rho_w$ ——水的密度（ $t \cdot m^{-3}$ ）；

$S$ ——沼泽湿总面积（ $hm^2$ ）。

表B. 7 海南省沼泽湿地洪水调蓄能力关键参数参考值

土壤含水率差值	土壤蓄水深度	地表滞水高度
0.254068	0.4m	0.3m

## B. 4 固定二氧化碳服务核算参数

### B. 4. 1 陆地生态系统固碳核算参数

(1) 植被固碳采用净生态系统生产力 $NEP$ 核算方法如下：  
 $NEP$ 根据海南省的 $NEP$ 和 $NPP$ 的转换系数计算得到，核算按式(B.24)。

$$NEP = \alpha \times NPP \times M_{C_6} / M_{C_6H_{10}O_5} \dots\dots\dots (B.24)$$

式中：

$NEP$ ——净生态系统生产力 ( $t \cdot C \cdot a^{-1}$ )；

$\alpha$ —— $NEP$ 和 $NPP$ 的转换系数；

$NPP$ ——净初级生产力 ( $t \cdot \text{干物质} \cdot a^{-1}$ )；

$M_{C_6} / M_{C_6H_{10}O_5} = 72/162$ ——干物质转化为C的系数。

根据中国植被区划，海南省北部属于热带东部偏湿性季雨林区域，南部属于中热带季雨林、湿润雨林区域。根据海南尖峰岭森林生态系统国家野外科学观测研究站多年连续观测研究基础数据(2000-2020年)、海南东寨港红树林生态系统定位研究站数据以及相关文献整理得出海南省典型植被类型 $NEP$ - $NPP$ 转换系数参考值，见表B.8。

表B.8 海南典型植被类型  $NEP$ - $NPP$  转换系数

植被类型	低地雨林	山地雨林	季雨林	橡胶林	用材林	经济果木林	灌木林	草地
$\alpha$ 系数	0.1909	0.3519	0.1705	0.2503	0.2193	0.1439	0.1379	0.3069

(2) 固碳速率法

各类陆地生态系统面积、化学氮肥 $NF$ 、复合肥施用量 $CF$ 、作物 $j$ 在当年的产量 $CY_j$ 等数据来自自然资源、林业、农业、水利和统计等部门的遥感数据、统计数据、实地调查或相关文献数据。

森林及灌丛固碳速率、草地土壤固碳速率、湿地固碳速率来自于实测数据或者参考表B.9和表B.10。

土壤固碳速率由海南尖峰岭森林生态系统国家野外科学观测研究站多年连续观测研究基础数据(2000-2020年)整理而得，见表B.9。

表B.9 海南省土壤固碳速率 ( $t \cdot C \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ )

生态系统类型	低地雨林	山地雨林	季雨林	橡胶林	经济果木林	用材林	灌木林	草地
土壤固碳速率	1.2	1.55	2.1	4.5	0.06	3.55	0.114	0.02

湿地生态系统固碳速率参考国家发展改革委 国家统计局关于印发《生态产品总值核算规范(试行)》中给的参考值以及海南东寨港红树林生态系统定位研究站数据，见表B.10。

表B.10 海南省湿地生态系统固碳速率

湿地类型	沿海滩涂	内陆滩涂	红树林地	沼泽地	湖泊
固碳速率 ( $gC \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$ )	235.62	67.11	444.27	67.11	56.67

(3) 农田土壤固碳速率

$$CSCS = (BSS + SCSR_N + PR \times SCSR_S) \times SC \dots\dots\dots (B.25)$$

式中：

$CSCS$ ——农田固碳量 (tC/a)；

$BSS$ ——无固碳措施条件下的农田土壤固碳速率 (tC·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>)；

$SCSR_N$ ——施用化学氮肥和复合肥的农田土壤固碳速率 (tC·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>)；

$SCSR_S$ ——秸秆全部还田的农田土壤固碳速率 (tC·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>)；

$PR$ ——农田秸秆还田推广施行率 (%)；

$SC$ ——农田面积 (hm<sup>2</sup>)。

——无固碳措施条件下的农田土壤固碳速率：

$$BSS = NSC \times BD \times H \times 0.1 \dots\dots\dots (B. 26)$$

式中：

$NSC$ ——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 (g·kg<sup>-1</sup>·a<sup>-1</sup>)；

$BD$ ——土壤容重 (g·cm<sup>-3</sup>)；

$H$ ——土壤厚度 (cm)。

——施用化学氮肥、复合肥和秸秆还田的土壤固碳速率：

施用化学氮肥的固碳速率：

$$SCSR_N = 1.5339 \times TNF - 266.7 \dots\dots\dots (B. 27)$$

$$TNF = (NF + CF \times 0.3) / S_p \dots\dots\dots (B. 28)$$

式中：

$TNF$ ——单位面积耕地化学氮肥、复合肥总施用量 (kgN·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>)；

$NF$ ——化学氮肥施用量 (t)；

$CF$ ——复合肥施用量 (t)；

$S_p$ ——耕地面积 (hm<sup>2</sup>)。

秸秆还田的固碳速率：

$$SCSR_S = 43.548 \times S + 375.1 \dots\dots\dots (B. 29)$$

$$S = \sum_{j=1}^n CY_j \times SGR_j / S_p \dots\dots\dots (B. 30)$$

式中：

$S$ ——单位耕地面积秸秆还田量 (t·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>)；

$CY_j$ ——作物 $j$ 在当年的产量 (t)；

$S_p$ ——耕地面积 (hm<sup>2</sup>)；

$SGR_j$ ——作物 $j$ 的草谷比；

$j$ ——作物类别， $j = 1, 2, \dots, n$ ；

$n$ ——作物的种类。

农田秸秆还田推广施行率、土壤容重、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、土壤厚度、作物 $j$ 的草谷比来自于实测数据或者参考文献，推荐参考国家发展改革委 国家统计局关于印发《生态产品总值核算规范（试行）》的取值。

#### B. 4. 2 浮游植物初级生产力核算参数

海洋浮游植物初级生产力的估算采用叶绿素a法，按联合国教科文组织（UNESCO）推荐的下列公式估算：

$$P = \frac{Chla \cdot Q \cdot D \cdot E}{2} \dots\dots\dots (B. 31)$$

式中：

- $P$ ——初级生产力 ( $\text{mg} \cdot \text{C} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ )；
- $Chla$ ——真光层内平均叶绿素a含量 ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )；
- $Q$ ——不同层次同化指数算术平均值，取3.71；
- $D$ ——昼长时间 (h)，全省取12小时；
- $E$ ——真光层深度 (m)，取透明度 (m)  $\times 2.71$ 。

#### B. 4.3 藻类与双壳贝类固碳核算参数

参考《HY/T 0305-2021 养殖大型藻类和双壳贝类碳汇计量方法 碳储量变化法》。

表B. 11 海南常见养殖藻类成藻含碳率

种类	江篱	麒麟菜	石花菜	坛紫菜	其他藻类
碳含量推荐取值	28.40%	30.36%	26.37%	41.96%	30.36%

表B. 12 海南常见双壳贝类含碳率

种类	软体部含碳率推荐值	贝壳含碳率推荐值
牡蛎	44.90%	11.52%
蚶	45.86%	11.29%
贻贝	45.98%	12.68%
扇贝	43.87%	11.44%
蛤	44.90%	11.52%
其他	42.82%	11.45%

#### B. 5 局部气候调节服务核算主要参数

##### B. 5.1 植被蒸腾消耗能量

森林、灌丛、草地生态系统植被蒸腾消耗的能量。

$$Q_{PP} = \sum_{i=1}^n EPP_i \times S_i \times D \times 10^6 / (3600 \times \gamma) \dots\dots\dots (B. 32)$$

式中：

- $Q_{PP}$ ——生态系统植被蒸腾消耗的能量 ( $\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{a}^{-1}$ )；
- $EPP_i$ ——第*i*生态系统类型单位面积蒸腾消耗热量 ( $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ )；
- $S_i$ ——第*i*种生态系统类型面积 ( $\text{km}^2$ )；
- $\gamma$ ——空调能效比；
- $D$ ——空调开放天数 (天)；
- $i$ ——研究区不同生态系统类型 (森林、灌丛、草地)。

数据优先采用实际测量数据。如无实测数据，可参考相关文献获得。单位面积森林、灌丛、草地蒸腾吸热量参考值见下表B. 13。

表B. 13 生态系统单位面积蒸腾吸热量 (kJm<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>) 参考值

生态系统类型	森林	灌丛	草地
蒸腾吸热	2837.27	1300.95	969.83

### B. 5. 2 水面蒸发消耗能量

水面蒸发降温增湿消耗的能量。

$$Q_{we} = E_w \times q \times \frac{10^3}{3600 \times \gamma} + E_{wh} \times y \dots\dots\dots (B. 33)$$

式中：

$Q_{we}$ ——水面蒸发消耗能量 (kW·h) ；

$E_w$ ——开放空调降温期间水面蒸发量 (m<sup>3</sup>) ；

$E_{wh}$ ——开放加湿器增湿期间水面蒸发量 (m<sup>3</sup>) ；

$q$ ——挥发潜热，即蒸发1克水所需要的热量 (J·g<sup>-1</sup>) ，取2443. 9；

$\gamma$ ——空调能效比；

$y$ ——加湿器将1m<sup>3</sup>水转化为蒸汽的耗电量 (kW·h·m<sup>-3</sup>) ，取120，仅计算湿度小于45%时的增湿功能。

小型蒸发器观测的蒸发量与自然水体蒸发量的比值，海南为0. 685。数据来源于国家发展改革委 国家统计局关于印发《生态产品总值核算规范（试行）》中给的水面蒸发折算系数。

### B. 6 空气净化服务核算主要参数

根据文献李意德等著的《海南生态公益林生态服务功能价值评估研究》，单位生态系统面积主要污染物净化量见表B. 14。

表B. 14 海南省单位生态系统面积主要污染物净化量参考值 (t · km<sup>-2</sup> · a<sup>-1</sup>)

	低地雨林	山地雨林	季雨林	橡胶林	经济果木林	用材林	灌木林	草地
SO <sub>2</sub> 净化能力	4. 500	5. 220	5. 000	7. 074	6. 515	7. 074	8. 964	1. 13
氮氧化物净化能力	0. 85	0. 91156	0. 85	0. 74446	0. 63411	0. 8057	0. 600	0. 061
滞尘能力	1. 500	1. 955	1. 500	1. 912	0. 505	1. 912	0. 087	0. 03

### B. 7 水体净化服务核算主要参数

根据《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中对水环境质量应控制项目的规定，地表水各类水环境质量污染物浓度限值见表B. 15。

表B. 15 地表水污染物浓度限值 单位：mg · L<sup>-1</sup>

污染物	I类	II类	III类	IV类	V类
化学需氧量≤	15	15	20	30	40
氨氮(NH <sub>3</sub> -N)≤	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
总氮≤	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
总磷≤	0.02 (湖、库 0.01)	0.1 (湖、库 0.025)	0.2 (湖、库 0.05)	0.3 (湖、库 0.1)	0.4 (湖、库 0.2)

表B. 16 单位面积湿地对各类水体污染物的净化量

	COD的净化能力 (t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	氨氮净化能力 (t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	总磷净化能力 (t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )
湿地	110.430	8.564	0.540

#### B. 8 海洋废弃物处理服务主要参数

根据《海南省近岸海域环境功能区划(2010年修编)》，海南省近岸海域共划分了106个功能区，各环境功能区面积与水质目标见表B. 17。

表B. 17 海南省近岸海域环境功能区统计表 (km<sup>2</sup>)

市县名称	一类水质目标		二类水质目标		三类水质目标		四类水质目标	
	个数	面积	个数	面积	个数	面积	个数	面积
昌江	1	64.17	2	49.37	4	6.46		
澄迈			2	56			2	50.63
儋州	2	84.61	4	191.16	3	45.52	2	56.8
东方	2	59.78	3	96.87	2	43.47	2	10.1
海口			4	209.38	2	3.13	2	6.53
乐东	1	70.59	1	13.53	1	2.53	0	0
临高	1	82.3	3	173.6	2	37.14	0	0
陵水	3	183.64	3	32.66	1	0.64	0	0
琼海	2	137.45	1	1.63	2	6.27	0	0
三亚	3	166.61	7	140.85	5	21.38	1	2.7
万宁	5	281.55	2	49	2	4.5	0	0
文昌	6	307.79	4	110.02	3	24.87	1	2.7
儋州临高	0	0	1	3.6	0	0	0	0

东方、昌江	0	0	1	21.23	0	0	0	0
海口、澄迈	0	0	1	43.73	0	0	0	0
三亚、乐东	1	98.09	0	0	0	0	0	0
南海海区	2	24000	0	0	0	0	0	0
西沙群岛	1	196.47	0	0	0	0	0	0
合计	30	25733.05	39	1192.63	27	195.91	10	129.46

表B.18 海水水质标准 (mg/L)

分类	第二类	第三类	第四类
化学需氧量	3	4	5
无机氮	0.3	0.4	0.5
活性磷酸盐	0.03	0.03	0.045

#### B.9 物种保育更新服务核算参数

表B.19 物种濒危指数体系

濒危指数	濒危等级
4	极危
3	濒危
2	易危
1	近危

注：物种种类参见《IUCN受胁物种红色名录》《国家重点保护动物名录》《国家重点保护野生植物名录》；濒危等级参考《IUCN受胁物种红色名录》，以及《国家重点保护动物名录》《国家重点保护野生植物名录》保护等级。将保护等级为“国家一级”对应“极危”、国家二级对应“濒危”，结合IUCN等级，采用就高不就低原则确定物种濒危等级。

表B.20 特有种指数体系

特有种指数	分布范围
4	仅限于范围不大的山峰或特殊的自然地理环境下分布
3	仅限于某些较大的自然地理环境下分布的类群，如仅分布于较大的海岛（岛屿）、高原、若干条山脉等
2	易仅限于某个大陆分布的分布群
1	至少在2个大陆都有分布的分布群
0	世界广布的分类群

表B.21 古树年龄指数体系

指数等级	古树年龄
1	100-299 年
2	300-499 年
3	≥500 年

表B. 22 Shannon-Wiener 指数等级划分及其价值量

等级	Shannon-Wiener 指数	单价/ (元·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )
I	指数 ≥ 6	66760
II	5 ≤ 指数 ≤ 6	53410
III	4 ≤ 指数 ≤ 5	40060
IV	3 ≤ 指数 ≤ 4	26700
V	2 ≤ 指数 ≤ 3	13350
VI	1 ≤ 指数 ≤ 2	6680

## B. 10 价格参数

表B. 23 价值量核算参数参考表

类别	参数	单位	2020 年参考价	定价依据
水资源	生活取用水	元/ m <sup>3</sup>	0.15	《海南省物价局 省财政厅 省水务厅关于调整水资源费征收标准的通知》中 2015 年水资源费征收标准城镇公共供水价格地表水与地下水收费均值。可根据省最新水资源费征收标准调整。
	工业取用水	元/ m <sup>3</sup>	0.20	《海南省物价局 省财政厅 省水务厅关于调整水资源费征收标准的通知》中 2015 年水资源费征收标准工业和其他行业取用水与工商业取用水均值。可根据省最新水资源费征收标准调整。
	农业取用水	元/ m <sup>3</sup>	0.085	《海南省物价局 省财政厅 省水务厅关于调整水资源费征收标准的通知》中 2015 年水资源费征收标准农业取用水价格的地表水与地下水均值。可根据省最新水资源费征收标准调整。
水源涵养、洪水调蓄	水库单位库容造价	元/m <sup>3</sup>	6.11	参考 LY/T 1721—2008 中第 5 章给出的推荐使用价格。建议从当地水利局获取该参数。若无法获取，可根据 PPI 指数，调整到核算年份。
土壤保持	水库清淤工程费用	元/m <sup>3</sup>	45	参考 LY/T 1721—2008 中第 5 章给出的推荐使用价格。建议从当地水利局获取该参数。若无法获取，可根据 PPI 指数，调整到核算年份。
	磷酸二铵价格	元/t	3895	海南市场调研价格
	氯化钾价格	元/t	3300	海南市场调研价格
	有机肥价格	元/t	2180	海南市场调研价格

类别	参数	单位	2020 年参考价	定价依据
	含氮废水处理成本	元/t	3500	《海南省人民代表大会常务委员会关于海南省大气污染物和水污染物环境保护税适用税额的决定》
	含磷废水处理成本	元/t	11200	
空气净化	净化二氧化硫	元/t	2526.3	
	净化氮氧化物	元/t	2526.3	
	净化工业粉尘	元/t	600	
水体净化	净化 COD	元/t	2800	
	净化氨氮	元/t	3500	
	净化总磷	元/t	11200	
固碳	碳交易价格	元/t	28	
释放氧气	工业制氧价格	元/t	800	2020 年海南市场调研工业制氧生产均价
调节气候	普通居民合表用户电价	元/kW·h	0.63	海南电网有限责任公司提供普通居民合表用户电价均价
负氧离子	负氧离子生产费用	元/10 <sup>18</sup> 个	9.5	根据负氧离子发生器价格结合平均电价折算估算

注：如需多年比较，可采用海南省多年PPI数据将定价参数折算到其他核算年的可比价。

## 附录 C

(资料性)

### 生态产品总值核算基础数据要求

C.1为生态产品总值核算基础数据要求。

**表 C.1 价值量核算参数参考表**

服务类别	核算科目	核算指标		单位	数据来源	数据要求	
供给服务	农业产品	谷物	谷物	产量、单 价、增加值	统计部门、 农业农村 部门		
		薯类	薯类				
		油料	油料				
		豆类	豆类				
		糖料	糖料				
		蔬菜	蔬菜				
		水果	热带水果				
		.....	.....				
		(根据核算样地实际产 品更新)					
	林业产品	竹木采伐	木材	产量、单 价、增加值	统计部门、 林业部门	核算年度、 乡镇尺度	
			竹材				
		林产品					槟榔
							橡胶
							林药
							茶叶
							菌类
			苗木				
		.....	.....				
	(根据核算样地实际产 品更新)						
	畜牧业产 品	畜禽产量	牛肉	产量、单 价、增加值	统计部门、 农业农村 部门		
羊肉							
猪肉							
禽肉							
猪出栏数							
牛出栏数							
羊出栏数							

服务类别	核算科目	核算指标		单位	数据来源	数据要求
			家禽出栏数			
		.....	.....			
		(根据核算样地实际产品更新)				
		奶类	牛奶			
			.....			
		禽蛋	禽蛋			
		小计				
	渔业产品	水产品	淡水养殖			
			海水养殖			
			捕捞			
			.....			
	种质资源	种子产品	农产品种子			
			苗木			
			水产种苗			
			.....			
		(根据核算样地实际产品更新)				
	水资源		生活用水量			
			工业用水量			
			灌溉用水量			
		小计				
生态能源	生物质能源	沼气				
		秸秆				
		.....				
	水能	水能发电量				
.....	.....					

服务类别	核算科目	核算指标	单位	数据来源	数据要求
		(根据核算样地实际产品更新)			
		小计			
调节服务	调节服务	土地利用数据(矢量图)	-	自然资源 和规划部 门	核算年度、 乡镇尺度
		森林资源清查数据	-		
		海岸带面积	hm <sup>2</sup>		
		海岸线数据(含岸线属性)	km		
		海防林面积	hm <sup>2</sup>		
		海防林长度	km		
		单位长度海岸防护工程建设成本			近五年均 值
		单位长度海岸防护工程年维护成本			
		海洋保护动植物种类	类		每10年提 供一次、空 间分布
		土壤容重	t/m <sup>3</sup>		每10年提 供一次
		土壤中氮的纯含量	%		
		土壤中磷的纯含量	%		
		年降雨量	mm	气象部门	核算年度、 乡镇尺度
		年蒸发量	mm		
		年均夏季气温	°C		
		年26°C气温天数	天		
		多年均降雨量	mm		每年提供 20年平均、 乡镇尺度
		多年均蒸发量	mm		
		多年月均温度	°C		
		多年月均湿度	%		
		水库单位库容建设成本	元/m <sup>3</sup>	水务部门	近五年均 值
		水库单位库容年维护成本	元/m <sup>3</sup>		
		水资源价格	元/m <sup>3</sup>		核算年度、 市县尺度
水库总库容	万m <sup>3</sup>	核算年度、 分水库、分 站点			
水库防洪库容	万m <sup>3</sup>				
河流水文站点日径流量	m <sup>3</sup> /s				

服务类别	核算科目	核算指标	单位	数据来源	数据要求	
		河流水文站点泥沙含量	kg/m <sup>3</sup>			
		大中型水库出、入境流量	m <sup>3</sup> /s			
		生物量	亿 t	林业部门	核算年度、 小班尺度	
		小班面积	hm <sup>2</sup>			
		郁闭度	%			
		平均树高	m			
		古树名木	棵			
		造林成本	元/亩			
		濒危物种、特有物种数量	种、只/个			核算年度、 市县尺度
		自然保护区空间范围				
		自然保护区保护成本	万元/年			
		各类污染物排放量	元/t			生态环境 部门
		COD 治理成本	元/t			
		二氧化硫治理成本	元/t			
		氮氧化物治理成本	元/t			
		工业粉尘治理成本	元/t			
		氨氮治理成本	元/t			
		入海河流污染物排放量	t/a			
		近岸海域浮游植物初级生产力	mg/m <sup>2</sup> •d			
		近岸海域表层海水叶绿素 a 含量	mg•C/ (m <sup>2</sup> •d)			
		电价	元/kW.h	发改委、物 价局	核算年度、 市县尺度	
		单位长度海岸防护工程造价	元/m			
		氮肥、磷肥、钾肥、有机肥价格	元/t			
		负氧离子浓度	个/cm <sup>3</sup>	文化和旅 游部门	核算年度、 站点数据	
		旅游人数	万人/年			
		旅游收入	万元/年			
		旅游景区清单	-			
文化服务	旅游康养	旅游调查样表	-		提供一次	

表 C.2 生态产品总值核算涉及的空间专题图制作要求

项目	要求
坐标系统	采用 2000 国家大地坐标系。
图面要素	利用提取获得的应用专题产品作为主要图面要素，叠加省界、地区界、县界等行政区界要素，并根据实际需要添加各类名称注记，例如城市名称、行政区域注记、图名、核算时段、注记、比例尺等内容。
图件产品	主要图件包括要素详图和各个专题产品详图；其他图件方面可根据实际需要制作。

附 录 D  
(资料性)  
生态产品总值核算报告编写大纲

XXX 地区生态产品总值核算报告

前言

介绍核算背景、目的意义、任务来源等。

A.1 区域概况

介绍核算区域地理范围、自然环境状况、经济社会状况、生态环境保护状况等基本情况。

A.2 核算目标与原则

介绍核算目标、核算原则、核算依据、核算基准年。

A.3 核算方法与数据

介绍主要核算思路、方法、数据来源与数据处理方法。

A.4 生态产品总值实物量

介绍生态产品总值实物量的计算过程与结果，包括物质产品实物量、调节服务功能量和文化服务功能量。

A.5 生态产品总值价值量

介绍生态产品总值价值量的计算过程与结果，包括物质产品价值量、调节服务价值量和文化服务价值量。

A.6 生态产品总值空间格局及变化驱动因素

A.7 结论与建议

介绍生态产品总值核算的结论，提出相关政策建议。

A.8 附件

包括生态产品总值核算过程中相关的技术资料及附表、附图等。

附 录 E  
(资料性)  
生态系统划分

生态系统类型划分主要以自然资源部门第三次全国国土调查分类土地利用调查结果为基础，参考《国土空间调查、规划、用途管制分类指南（试行）》，结合森林资源清查以及实地植被调查划分。见表E.1。

表 E.1 生态系统划分

一级生态系统类型	土地利用类型	二级生态系统类型
森林生态系统	乔木林地	低地雨林
		山地雨林
		季雨林
		用材林
	灌木林地	灌木林
	竹林地	用材林
草地生态系统	草地	草地
内陆湿地生态系统	河流水面	内陆湿地生态系统
	水库水面	
	湖泊水面	
	坑塘水面	
	内陆滩涂	
	水工建筑用地	
	沟渠	
	沼泽地	
	森林沼泽	
	灌丛沼泽	
海洋生态系统	珊瑚礁	滨海湿地生态系统
	海草床	
	红树林地	
	盐田	
	沿海滩涂	
	近海	近海
	海岛	海岛*
农田生态系统	果园（干果园、油料园）	经济果木林
	橡胶园	橡胶林
	果园（干果园、油料园之外的果园）	农田生态系统
	茶园	
	其他园地	
	水田	
	水浇地	
旱地		

表 E.1 生态系统划分 (续)

一级生态系统类型	土地利用类型	二级生态系统类型
农田生态系统	设施农用地	农田生态系统
	田坎	
城市生态系统(建成区)	商业服务业用地	城市生态系统
	工矿用地	
	住宅用地	
	公共管理与公共服务用地	
	特殊用地	
	城市水体	
	交通运输用地	
其他生态系统	盐碱地	其他生态系统
	沙地	
	裸土地	
	裸盐石砾地	

注：\*根据海岛覆被划分生态系统类型。

## 参 考 文 献

- [1] GB 3095—2012 环境空气质量标准
- [2] GB 3097 海水水质标准
- [3] GB/T 12343 国家基本比例尺地图编绘规范
- [4] GB/T 13923 基础地理信息要素分类与代码
- [5] GB/T 28592 降水量等级
- [6] GB 17378.7-2007 海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测
- [7] CH/T 9005 基础地理信息数据库基本规定
- [8] LY/T 2899 湿地生态系统服务评估规范
- [9] LY/T 1812 林地分类
- [10] LY/T 2586 空气负（氧）离子浓度观测技术规范
- [11] NY/T 2997 草地分类
- [12] DB33/T 2274 生态系统生产总值（GEP）核算技术规范 陆域生态系统
- [13] DB45/T 1230-2015 红树林湿地生态系统固碳能力评估技术规程
- [14] 生态环境部. 地生态系统生产总值（GEP）核算技术指南（2020）
- [15] 国家发展和改革委员会 国家统计局. 《生态产品总值核算规范（试行）》[M]. 人民出版社, 2022
- [16] 国家林业和草原局 农业农村部. 《国家重点保护野生动物名录（2021）》
- [17] 国家林业和草原局 农业农村部. 《国家重点保护野生植物名录（2020）》
- [18] 环境经济核算体系——生态系统核算（System of Environmental Accounting-Ecosystem Accounting, SEEA EA）
- [19] 李意德, 杨众养, 陈德祥, 等. 海南生态公益林生态服务功能及其价值研究[M]. 中国林业出版社, 2015.
- [20] 何玉生, 张固成、薛桂澄, 等. 海南岛土壤地球化学手册[M]. 中国地质大学出版社, 2021.