

生态系统生产总值（GEP）核算技术规范 陆域生态系统

Technical specification for accounting gross ecosystem product (GEP)

—Terrestrial ecosystems

2020 - 09 - 24 发布

2020 - 10 - 24 实施

前 言

本标准按照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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由浙江省发展和改革委员会提出并归口。

本标准起草单位：浙江省发展规划研究院、浙江大学、中国科学院生态环境研究中心、安吉县发展和改革委员会、开化县发展和改革委员会、遂昌县发展和改革委员会、天台县发展和改革委员会、仙居县发展和改革委员会、中国（丽水）两山学院、浙江省标准化研究院。

本标准主要起草人：欧阳志云、郑启伟、杨武、肖燚、李思远、周婷、赵祖亮、郑卓联、邓劲松、徐卫华、廖彦、沈斌莉、蒋婷婷。

生态系统生产总值（GEP）核算技术规范

陆域生态系统

1 范围

本标准规定了陆域生态系统生产总值（GEP）的核算步骤，生态产品功能量核算方法、定价方法和价值量核算方法等的要求。

本标准适用于陆域生态系统生产总值（GEP）核算。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生态系统生产总值 gross ecosystem product, GEP

特定地域单元自然生态系统提供的所有生态产品的价值。

3.2

生态产品 ecosystem products

在维系生态安全、保障生态调节功能的条件下，生态系统通过生物生产及其与人类劳动共同作用下为人类福祉提供的，用以满足人类美好生活需求的最终产品或服务。

3.3

生态产品功能量 ecosystem product amount

人类从生态系统中直接或间接得到的最终产品与服务的物质量。

3.4

生态产品价值量核算 GEP accounting

在生态产品功能量核算的基础上，结合各类生态产品的参考价格，通过一定数学运算得到以货币化形式呈现的生态产品价值的计算过程。

3.5

供给产品 material goods

在不损坏自然生态系统稳定性和完整性的前提下，人类通过直接利用或转化利用等方式从自然生态系统获得的食物、药材、木材、水电等各种物质资源。

3.6

直接利用供给产品 direct use material goods

从自然生态系统中获取的野生产品，或在不损坏自然生态系统稳定性和完整性的前提下在自然生态系统中人工种养殖的产品，包括粮食、蔬菜、水果、肉、蛋、奶、水产品等食物，以及药材、木材、纤维、淡水、遗传物质等原材料。

3.7

转化利用供给产品 indirect use material goods

人类以与自然相和谐的转化利用方式从直接利用供给产品中转化而来的生态产品，包括可再生能源，如水电、秸秆发电等（光伏、风电、地热能和垃圾发电除外）。

3.8

工业化畜牧产品 industrial livestock product

在高度控制的条件下，用营养密集的工业饲料取代饲料作物，通过工厂等封闭的住房养殖得到的，而非主要基于自然生态系统生产的畜牧产品。

3.9

调节服务 regulating services

自然生态系统提供改善人类生存与生活条件和环境的惠益，包括水源涵养、土壤保持、洪水调蓄、水环境净化、空气净化、固碳释氧、气候调节等。

3.10

水源涵养 water conservation

自然生态系统通过林冠层、枯落物层、根系和土壤层拦截滞蓄降水，增强土壤下渗、蓄积，从而有效涵养土壤水分、调节地表径流和补充地下水的功能。

3.11

土壤保持 soil retention

自然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力，增加土壤抗蚀性从而减少土壤流失、保持土壤的功能。

3.12

洪水调蓄 flood regulation and storage

自然生态系统依托其特殊的水文物理性质，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。

3.13

水环境净化 water purification

自然生态系统吸纳和转化水体污染物，从而降低污染物浓度，净化水环境的功能。

3.14

空气净化 air purification

自然生态系统吸收、过滤、分解降低大气污染物，从而有效净化空气，改善大气环境的功能。

3.15

固碳 carbon sequestration

自然生态系统通过植物光合作用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。

3.16

净生态系统生产力 net ecosystem productivity, NEP

净初级生产力与土壤呼吸所消耗的有机物质之差。

3.17

释氧 oxygen release

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。

3.18

气候调节 climate regulation

自然生态系统通过植被蒸腾作用、水面蒸发过程吸收太阳能，从而调节气温、改善人居环境舒适程度的功能。

3.19

文化服务 cultural services

自然生态系统以及与其共生的历史文化遗产，对人类知识获取、休闲娱乐等方面带来的非物质惠益，以生态旅游为代表。

3.20

生态旅游 ecotourism

以自然生态系统以及与其共生的历史文化遗产为主要景观，以保护生态环境为前提，采取生态友好方式，开展的知识获取、休闲娱乐并获得心身愉悦的旅游方式。

4 核算步骤

4.1 确定核算地域范围

GEP核算地域范围按下列方式确定：

- 行政地域单元；
- 功能相对完整的生态系统地域单元（如一片森林、一个湖泊、一片沼泽或不同尺度的流域）；
- 由不同生态系统类型组合而成的特定地域单元。

4.2 明确生态系统分布

应根据调查分析，明确地域范围内自然生态系统类型、面积与分布，绘制生态系统分布图。

4.3 编制生态产品清单

应按照附录A调查分析地域范围内生态产品的种类，明确供给产品、调节服务、文化服务三大类里的具体指标科目，编制生态产品清单。其中，应结合核算地域实际情况细化直接利用供给产品和转化利用供给产品清单，如水稻、蜂蜜、水电等。

4.4 核算生态产品功能量

应按照第5章的规定，采用适宜的方法核算地域范围内此类生态产品的功能量，优先选取更能反映生态产品潜在功能量的方法。

4.5 确定生态产品价格

应按照第6章的规定，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，涉及多年比较时可采用基准年不变价。

4.6 核算生态产品价值

应按照第7章的规定，分别采用适宜的方法核算供给产品、调节服务、文化服务各类生态产品的货币价值。

4.7 核算生态系统生产总值

生态系统生产总值核算按式（1）。

$$GEP = EMPV + ERSV + ECSV \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- GEP*——生态系统生产总值，单位：元/a；
- EMPV*——供给产品价值总量（见7.1.3），单位：元/a；
- ERSV*——调节服务价值总量（见7.2.10），单位：元/a；
- ECSV*——文化服务价值总量（见7.3.2），单位：元/a。

5 生态产品功能量核算方法

5.1 供给产品

5.1.1 直接利用供给产品

用直接利用供给产品产量作为核算指标。统计各类直接利用供给产品产量，按照统计部门分类体系，对同类型产品按式（2）进行求和。

$$Y_f = \sum_{i=1}^n Y_{fi} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Y_f ——供给产品总产量，单位视具体产品而定；

Y_{fi} —— i 类供给产品产量，单位视具体产品而定；

n ——核算地域同一类型直接利用供给产品的类别数。

5.1.2 转化利用供给产品

用可再生能源产量或使用量作为核算指标。统计各类可再生能源产量或使用量，按式（3）进行求和。

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

式中：

Y_{ee} ——可再生能源总产量或使用量，单位：kWh/a；

Y_{eei} —— i 类可再生能源的产量或使用量，单位：kWh/a；

n ——核算地域可再生能源类型的数量。

5.2 调节服务

5.2.1 水源涵养

用水源涵养量作为核算指标，采用水量平衡方程，核算按式（4）。

$$Q_{wr} = \sum_{i=1}^n A_i \times (P_i - R_i - ET_i + C_i) \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

Q_{wr} ——水源涵养总量，单位：m³/a；

A_i ——第 i 类生态系统的面积，单位：m²；

P_i ——第 i 类生态系统的年产流降水量，单位：mm/a；

R_i ——第 i 类生态系统的年地表径流量（见附录B的表B.1），单位：mm/a；

ET_i ——第 i 类生态系统的年蒸发量，单位：mm/a；

C_i ——第 i 类生态系统的年侧向渗漏量，单位：mm/a，默认忽略不计；

n ——核算地域生态系统类型的数量。

注：水源涵养量是指降水输入与地表径流和生态系统自身水分消耗量的差值。

5.2.2 土壤保持

用土壤保持量作为核算指标，核算按式（5）。

$$Q_{sr} = \sum_{i=1}^n R \times K \times L \times S \times (1 - C) \times A_i \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

Q_{sr} ——土壤保持总量，单位：t/a；

R ——降雨侵蚀力因子（见附录B的表B.1），单位：MJ·mm / (hm²·h·a)；

K ——土壤可蚀性因子（见附录B的表B.1），单位：t·hm²·h / (hm²·MJ·mm)；

L ——坡长因子（见附录B的表B.1）；

S ——坡度因子（见附录B的表B.1）；

C ——植被覆盖因子（见附录B的表B.1）；

A_i ——第 i 类生态系统的面积，单位： hm^2 ；

n ——核算地域生态系统类型的数量。

注：土壤保持量是指没有地表植被覆盖情形下可能发生的土壤侵蚀量与当前地表植被覆盖情形下的土壤侵蚀量的差值。

5.2.3 洪水调蓄

用洪水调蓄量作为核算指标，核算按式（6）。

$$C_{fm} = C_{fc} + C_{lc} + C_{mc} + C_{rc} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

C_{fm} ——洪水调蓄总量，单位： m^3/a ；

C_{fc} ——森林、灌丛、草地洪水调蓄总量（见附录B的表B.1），单位： m^3/a ；

C_{lc} ——湖泊洪水调蓄量（见附录B的表B.1），单位： m^3/a ；

C_{mc} ——沼泽洪水调蓄量（见附录B的表B.1），单位： m^3/a ；

C_{rc} ——水库洪水调蓄量（见附录B的表B.1），单位： m^3/a 。

5.2.4 水环境净化

用水体污染物净化量作为核算指标，按照GB 3838-2002中对水环境质量应控制项目的规定，选取COD、氨氮、总磷等污染物指标，核算方法有两种情况。

——如果地表水环境质量劣于III类，水体污染物净化量为生态系统自净能力，核算按式（7）。

$$Q_{wp} = \sum_{i=1}^n Q_i \times A \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

Q_{wp} ——水体污染物净化总量，单位： t/a ；

Q_i ——湿地生态系统对第 i 类水体污染物的单位面积年净化量，单位： $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ；

A ——湿地生态系统面积，单位： km^2 ；

n ——核算地域水体污染物类型的数量。

——如果地表水环境质量等于或优于III类，水体污染物净化量为排放量与随水输送出境的污染物量之差，核算按式（8）。

$$Q_{wp} = \sum_{i=1}^n [(Q_{ei} + Q_{ai}) - (Q_{di} + Q_{si})] \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

Q_{wp} ——水体污染物净化总量，单位： t/a ；

Q_{ei} ——第 i 类污染物入境量，单位： t/a ；

Q_{ai} ——第 i 类污染物排放总量，主要包括城市生活污染、农村生活污染、农业面源污染、养殖污染、工业生产污染排放的水体污染物，单位： t/a ；

Q_{di} ——第 i 类污染物出境量，单位： t/a ；

Q_{si} ——污水处理厂处理第 i 类污染物的量，单位： t/a ；

n ——核算地域水体污染物类型的数量。

5.2.5 空气净化

用大气污染物净化量作为核算指标，按照GB 3095-2012中对环境空气质量应控制项目的规定，选取二氧化硫、氮氧化物等污染物指标，核算方法有两种情况。

——如果环境空气质量劣于国家二级，大气污染物净化量为生态系统自净能力，核算按式（9）。

$$Q_{ap} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_{ij} \times A_i \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

Q_{ap} ——大气污染物净化总量，单位：t/a；

$Q_{i,j}$ ——第*i*类生态系统对第*j*类大气污染物的单位面积年净化量，单位：t/（km²·a）；

A_i ——第*i*类生态系统面积，单位：km²；

n ——核算地域生态系统类型的数量；

m ——核算地域大气污染物类型的数量。

——如果环境空气质量等于或优于国家二级，大气污染物净化量为污染物排放量，核算按式(10)。

$$Q_{ap} = \sum_{i=1}^n Q_i \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

Q_{ap} ——大气污染物净化总量，单位：t/a；

Q_i ——第*i*类大气污染物排放量，单位：t/a；

n ——核算地域大气污染物类型的数量。

5.2.6 固碳

用二氧化碳固定量作为核算指标，采用净生态系统生产力估算方法，核算按式(11)。

$$Q_{CO_2} = M_{CO_2}/M_C \times NEP \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

Q_{CO_2} ——陆地生态系统二氧化碳固定总量，单位：t·CO₂/a；

M_{CO_2}/M_C ——CO₂与C的分子量之比，即44/12；

NEP ——净生态系统生产力（见附录B的表B.1），单位：t·C/a。

5.2.7 释氧

按照GB/T 38582-2020表1中释氧功能量核算方法。

5.2.8 气候调节

用生态系统蒸腾蒸发消耗的能量作为核算指标，核算按式(12)。

$$E_{tt} = E_{pt} + E_{we} \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中：

E_{tt} ——生态系统蒸腾蒸发消耗的总能量，单位：kWh/a；

E_{pt} ——植被蒸腾消耗的能量（见附录B的表B.1），单位：kWh/a；

E_{we} ——水面蒸发消耗的能量（见附录B的表B.1），单位：kWh/a。

5.2.9 负氧离子

按照GB/T 38582-2020表1中负氧离子功能量核算方法。

5.3 文化服务

以生态旅游为代表，用游客人次作为核算指标，包括旅游景区和农家乐的游客人次，核算按式(13)。

$$N_t = \sum_{i=1}^n N_{ti} \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中：

- M_t ——游客总人次，单位：万人次；
- M_i ——第*i*个旅游景区或农家乐的游客人次，单位：万人次；
- n ——核算地域旅游景区和农家乐的数量。

6 生态产品功能量定价方法

表1规定了各类型生态产品定价方法，具体思路见4.5。

表1 生态产品定价方法

类别	核算科目	核算指标	方法
供给产品	直接利用供给产品	农林牧渔产品（工业化除外）等的增加值	市场价值法
	转化利用供给产品	水电、潮汐能等可再生能源增加值	
调节服务	水源涵养	水源涵养价值	影子工程法
	土壤保持	土壤保持价值	替代成本法
	洪水调蓄	洪水调蓄价值	影子工程法
	水环境净化	净化COD、氨氮、总磷等污染物价值	替代成本法
	空气净化	净化二氧化硫、氮氧化物等空气污染物价值	替代成本法
	固碳	固定二氧化碳价值	市场价值法
	释氧	释放氧气价值	替代成本法
	气候调节 ^a	植被蒸腾和水面蒸发消耗能量的价值	替代成本法
文化服务	生态旅游	生态旅游价值	替代成本法
	生态旅游	生态旅游价值	旅行费用法

^a日均温度大于等于26°C的区域计算降温。
^b可选项，有条件的地区可先行探索。

7 生态产品价值量核算方法

7.1 供给产品

7.1.1 直接利用供给产品

直接利用供给产品价值核算按式（14）。

$$V_m = \sum_{i=1}^n (Y_{fi} \times P_i \times \delta_i - C_i) \dots\dots\dots (14)$$

式中：

- V_m ——直接利用供给产品总价值，单位：元/a；
- Y_{fi} ——第*i*类直接利用供给产品总产量（见5.1.1），单位视具体产品而定；
- P_i ——第*i*类直接利用供给产品的价格，单位视具体产品而定，以公布的最新生态产品价格为准；
- δ_i ——溢价系数，为实际市场价与公布价格之比，默认为1；
- C_i ——第*i*类供给产品人工维护和投入的成本，单位：元/a；
- n ——核算地域直接利用供给产品的类别数。

7.1.2 转化利用供给产品

转化利用供给产品价值核算按式（15）。

$$V_{ee} = \sum_{i=1}^n Y_{eei} \times (P_i - C_i) - \sum_{j=1}^m V_{dj} \dots\dots\dots (15)$$

式中：

V_{ee} ——转化利用供给产品（可再生能源）总价值，单位：元/a；

Y_{eei} ——第*i*类可再生能源的产量或使用量（见5.1.2），单位：kWh/a；

P_i ——第*i*类可再生能源的价格，单位：元/kWh，以公布的最新生态产品价格为准；

C_i ——第*i*类供给产品人工维护和投入的成本，单位：元/a；

V_{dj} ——第*j*类生态损益，单位：元/a；

n ——核算地域可再生能源类型的数量。

7.1.3 供给产品价值总量

供给产品价值总量核算按式（16）。

$$EMPV = V_m + V_{ee} \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中：

$EMPV$ ——供给产品价值总量，单位：元/a；

V_m ——直接利用供给产品总价值（见7.1.1），单位：元/a；

V_{ee} ——转化利用供给产品（可再生能源）总价值（见7.1.2），单位：元/a。

7.2 调节服务

7.2.1 水源涵养

水源涵养价值核算按式（17）。

$$V_{wr} = Q_{wr} \times C \times \delta \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中：

V_{wr} ——水源涵养总价值，单位：元/a；

Q_{wr} ——水源涵养总量（见5.2.1），单位： m^3/a ；

C ——水价（见附录B的表B.3），单位：元/ m^3 ；

δ ——溢价系数，默认为1。

7.2.2 土壤保持

土壤保持价值核算按式（18）。

$$V_{sr} = \lambda \times (Q_{sr}/\rho) \times C \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中：

V_{sr} ——土壤保持总价值，单位：元/a；

λ ——泥沙淤积系数；

Q_{sr} ——土壤保持总量（见5.2.2），单位：t/a；

ρ ——土壤容重，单位：t/ m^3 ；

C ——水库单位库容清淤工程费用（见附录B的表B.3），单位：元/ m^3 。

7.2.3 洪水调蓄

洪水调蓄价值核算按式（19）。

$$V_{fm} = C_{fm} \times (C_{we} + C_{wo}) \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中：

V_{fm} ——洪水调蓄总价值，单位：元/a；

C_{fm} ——洪水调蓄总量（见5.2.3），单位： m^3/a ；

C_{we} ——水库单位库容的工程造价（见附录B的表B.3），单位：元/ m^3 ；

C_{wo} ——水库单位库容的运营成本（见附录B的表B.3），单位：元/ m^3 。

7.2.4 水环境净化

水环境净化价值核算按式（20）。

$$V_{wp} = \sum_{i=1}^n Q_{wpi} \times C_i \quad \dots\dots\dots (20)$$

式中：

V_{wp} ——水环境净化总价值，单位：元/a；

Q_{wpi} ——第*i*类水体污染物的净化量（见5.2.4），单位：t/a；

C_i ——第*i*类水体污染物治理成本（见附录B的表B.3），单位：元/t；

n ——核算地域水体污染物类型的数量。

7.2.5 空气净化

空气净化价值核算按式（21）。

$$V_{ap} = \sum_{i=1}^n Q_{api} \times C_i \quad \dots\dots\dots (21)$$

式中：

V_{ap} ——空气净化总价值，单位：元/a；

Q_{api} ——第*i*种大气污染物的净化量（见5.2.5），单位：t/a；

C_i ——第*i*类大气污染物的治理成本（见附录B的表B.3），单位：元/t；

n ——核算地域大气污染物类型的数量。

7.2.6 固碳

固碳价值核算按式（22）。

$$V_{cf} = Q_{CO_2} \times C_{CO_2} \quad \dots\dots\dots (22)$$

式中：

V_{cf} ——固碳总价值，单位：元/a；

Q_{CO_2} ——二氧化碳固定总量（见5.2.6），单位：t/a；

C_{CO_2} ——碳交易价格（见附录B的表B.3），单位：元/t。

7.2.7 释氧

按照GB/T 38582-2020表2中释氧价值量计算方法。

7.2.8 气候调节

气候调节价值核算按式（23）。

$$V_{tt} = E_{tt} \times P_e \quad \dots\dots\dots (23)$$

式中：

V_{tt} ——气候调节总价值，单位：元/a；

E_{tt} ——生态系统蒸腾蒸发消耗的总能量（见5.2.8），单位：kWh/a；

P_e ——电价（见附录B的表B.3），单位：元/kWh。

7.2.9 负氧离子

按照GB/T 38582-2020表2中负氧离子价值量计算方法。

7.2.10 调节服务价值总量

调节服务价值总量核算按式(24)。

$$ERSV = V_{wr} + V_{sr} + V_{fm} + V_{wp} + V_{ap} + V_{Cf} + V_{or} + V_{tt} + V_{noi} \dots \dots \dots (24)$$

式中:

- $ERSV$ ——调节服务价值总量, 单位: 元/a;
- V_{wr} ——水源涵养总价值(见7.2.1), 单位: 元/a;
- V_{sr} ——土壤保持总价值(见7.2.2), 单位: 元/a;
- V_{fm} ——洪水调蓄总价值(见7.2.3), 单位: 元/a;
- V_{wp} ——水环境净化总价值(见7.2.4), 单位: 元/a;
- V_{ap} ——空气净化总价值(见7.2.5), 单位: 元/a;
- V_{Cf} ——固碳总价值(见7.2.6), 单位: 元/a;
- V_{or} ——释氧总价值(见7.2.7), 单位: 元/a;
- V_{tt} ——气候调节总价值(见7.2.8), 单位: 元/a;
- V_{noi} ——负氧离子总价值(见7.2.9), 单位: 元/a。

7.3 文化服务

7.3.1 生态旅游

生态旅游价值核算按式(25)。

$$V_r = \sum_{j=1}^m (n_j/n_q) \times N_t \times TC_j \dots \dots \dots (25)$$

式中:

- V_r ——生态旅游总价值, 单位: 万元/a;
- n_j ——从 j 地区到核算地域的受调查游客人次, 单位: 万人次;
- n_q ——核算地域游客受调查总人次, 单位: 万人次;
- N_t ——核算地域调查年份的游客总人次(见5.3), 单位: 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(见附录C的表C.2), 单位: 元/人次;
- m ——核算地域游客归属地区数量。

7.3.2 文化服务价值总量

文化服务价值总量核算按式(26)。

$$ECSV = V_r \times 10^4 \dots \dots \dots (26)$$

式中:

- $ECSV$ ——文化服务价值总量, 单位: 元/a;
- V_r ——生态旅游总价值(见7.3.1), 单位: 万元/a。

8 核算质量控制

8.1 核算管理

GEP核算应按照第5-7章的规定开展功能量和价值量核算，并实行自检、互检、技术负责人检查和专家验收的“三检一验”制度，检验内容包括每个核算科目的数据来源、功能量和价值量核算。

8.2 数据要求

GEP核算应输入基础地理、气象、生态环境监测、社会经济等多类别数据，具体数据要求应符合附录C中的表C.1和表C.2规定。

8.3 专题图件制作

GEP核算结果的空间专题图制作应遵循附录C中的表C.3规定。

9 核算成果汇总

9.1 成果类型

GEP核算成果可汇总为下列类型：

——图件成果：

- 生态系统分类标准产品：在土地利用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GEP核算的生态系统分类标准产品；
- 专题图件：根据GEP核算技术规范，制作相应的功能量和价值量专题图件，图件要求应符合附录C中的表C.3的规定；

——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（见附录B中的表B.4）等；

——文本成果：GEP核算报告。

9.2 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）。

9.3 成果文件

以选定的核算地域为单位，以文件夹形式统一管理成果。成果管理文件夹命名采用“年度+核算内容+核算地域所在行政区划代码”。

9.4 成果安全

GEP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。

附 录 A
(规范性)
生态产品类别

表A.1规定了生态产品类别与具体内容。

表A.1 生态产品类别

类别	科目	具体内容	
供给产品	直接利用供给产品	粮食、蔬菜、水果、肉、蛋、奶、水产品等食物，以及药材、木材、纤维、淡水、遗传物质等原材料	
	转化利用供给产品	水电、秸秆发电等可再生能源（光伏、风电、地热能和垃圾发电除外）	
调节服务	水源涵养	水源涵养	
	土壤保持	土壤保持	
	洪水调蓄	森林、灌丛、草地的洪水调蓄	
		湿地的洪水调蓄	
		水库的洪水调蓄	
	水环境净化	净化 COD、氨氮、总磷等污染物	
	空气净化	净化二氧化硫、氮氧化物等污染物	
	固碳	陆地固碳	
	释氧	陆地释氧	
气候调节 ^a	植被蒸腾、水面蒸发		
负氧离子 ^b	负氧离子		
文化服务	生态旅游	生态旅游	
^a 日均温度大于等于 26°C 的区域计算降温。 ^b 可选项，有条件的地区可先行探索。			

附 录 B
(资料性)
GEP 核算公式补充

表B. 1给出了部分补充的GEP核算公式；表B. 2给出了不同生态系统类型的植被覆盖因子赋值；表B. 3给出了生态产品价格与定价依据（推荐使用价格）；表B. 4给出了GEP核算汇总表的样式。

表 B. 1 部分补充的 GEP 核算公式

指标	核算公式与参数补充说明
水源涵养 (见5. 2. 1)	<p>年地表径流量计算公式如下：</p> $R_i = P_i \times \alpha_i \quad \dots\dots\dots (B.1)$ <p>式中： R_i——第<i>i</i>类生态系统的年地表径流量，单位：mm/a； P_i——第<i>i</i>类生态系统的年产流降水量，单位：mm/a； α_i——第<i>i</i>类生态系统的平均地表径流系数。</p>
土壤保持 (见5. 2. 2)	<p>降雨侵蚀力因子计算公式如下：</p> $R = \sum_{k=1}^{24} \bar{R}_k \quad \dots\dots\dots (B.2)$ $\bar{R}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^m (\alpha \times P_{i,j,k}^\beta) \quad \dots\dots\dots (B.3)$ <p>式中： \bar{R}_k——第<i>k</i>个半月的降雨侵蚀力，单位：MJ·mm / (hm²·h·a)； <i>k</i>——一年中24个半月； <i>i</i>——所用降雨资料的年份，<i>i</i> = 1, 2, …, <i>n</i>；</p>

表 B.1 部分补充的 GEP 核算公式（续）

指标	核算公式与参数补充说明
土壤保持 (见5.2.2)	<p>j——第 i 年第 k 个半月侵蚀性降雨日的天数, $j = 0, 1, \dots, m$;</p> <p>$P_{i,j,k}$——第 i 年第 k 个半月第 j 个侵蚀性日降雨量, 单位: mm;</p> <p>a——反映冷暖季雨型特征的模型参数, 暖季为0.3937, 冷季为0.3101;</p> <p>β——1.7265;</p> <p>n——所用降雨资料的年份数;</p> <p>m——第 i 年第 k 个半月侵蚀性降雨日总天数。</p>
	<p>土壤可蚀性因子计算公式如下:</p> $K = 0.1317 \times (-0.01383 + 0.51575 K_{EPIC}) \dots\dots\dots (B.4)$ $K_{EPIC} = \{0.2 + 0.3 \exp[-0.0256 m_s (1 - m_{silt} / 100)]\} \times [m_{silt} / (m_c + m_{silt})]^{0.3}$ $\times \{1 - 0.25 orgC / [orgC + \exp(3.72 - 2.95 orgC)]\}$ $\times \{1 - 0.7(1 - m_s / 100) / \{(1 - m_s / 100) + \exp[-5.51 + 22.9(1 - m_s / 100)]\}\} \dots\dots\dots (B.5)$ <p>式中:</p> <p>K_{EPIC}——采用 EPIC 模型计算得到的土壤可蚀性值, 单位: $t \cdot hm^2 \cdot h / (hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$;</p> <p>$m_c$——粘粒 (<0.002 mm) 的含量 (%);</p> <p>m_{silt}——粉粒 (0.002-0.05 mm) 的含量 (%);</p> <p>m_s——砂粒 (0.05-2 mm) 的含量 (%);</p> <p>$orgC$——有机碳的含量 (%)。</p>
	<p>坡长因子与坡度因子计算公式如下:</p> $L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m \dots\dots\dots (B.6)$ $m = \beta / (1 + \beta) \dots\dots\dots (B.7)$ $\beta = (\sin \theta / 0.089) / [3.0 \times (\sin \theta)^{0.8} + 0.56] \dots\dots\dots (B.8)$

表 B.1 部分补充的 GEP 核算公式（续）

指标	核算公式与参数补充说明
土壤保持 （见5.2.2）	$S = \begin{cases} 10.8 \times \sin\theta + 0.03 & \theta < 5.14 \\ 16.8 \times \sin\theta - 0.5 & 5.14 \leq \theta < 10.20 \\ 21.91 \times \sin\theta - 0.96 & 10.20 \leq \theta < 28.81 \\ 9.5988 & \theta \geq 28.81 \end{cases} \quad (\text{B.9})$ <p>式中： m——坡长指数； θ——坡度，单位：°（度）； λ——坡长，单位：m。</p> <p>植被覆盖因子： 反映了生态系统对土壤侵蚀的影响，通常以特定植被覆盖状态的土壤侵蚀量与无植被覆盖状态土壤侵蚀量的比值表示，具体数值见附录B中的表B.2。</p>
洪水调蓄 （见5.2.3）	<p>森林、灌丛、草地洪水调蓄量的计算公式如下：</p> $C_{fc} = \sum_{i=1}^n (P_i - R_{fi}) \times A_i \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (\text{B.10})$ $R_{fi} = P_i \times \beta_i \quad \dots\dots\dots (\text{B.11})$ <p>式中： P_i——年暴雨降雨量，单位：mm/a； R_{fi}——年暴雨径流量，单位：mm/a； A_i——第 i 类生态系统的面积，单位：km²； β_i——第 i 类生态系统平均地表暴雨径流系数； n——核算地域生态系统类型的数量。</p>

表 B.1 部分补充的 GEP 核算公式（续）

指标	核算公式与参数补充说明
洪水调蓄 (见5.2.3)	<p>湖泊洪水调蓄量的计算方法如下：</p> <p>——适用于具体一个湖泊洪水调蓄量的核算。根据湖泊水文学过程，通过湖泊入湖、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，计算公式如下：</p> $C_{Ic} = \int_{t_1}^{t_2} (Q_I - Q_O) dt \quad (Q_I > Q_O) \quad \dots\dots\dots (B.12)$ <p>式中： Q_I——入湖流量，单位：m³/s； Q_O——出湖流量，单位：m³/s； t_1和 t_2——核算起止时间。</p> <p>——适用于无监测数据情况下多个湖泊洪水调蓄量的核算。根据《中国湖泊志》，将全国湖泊划分为东部平原、蒙新高原、云贵高原、青藏高原、东北平原与山区 5 个湖区，其中，东部平原湖区的湖泊洪水调蓄量计算公式如下：</p> $C_{Ic} = e^{4.924} \times A^{1.128} \times 3.19 \times 10^{-4} \quad \dots\dots\dots (B.13)$ <p>式中： A——湖泊面积，单位：km²。</p>
	<p>沼泽洪水调蓄量的计算公式如下：</p> $C_{mc} = C_{sws} + C_{sr} \quad \dots\dots\dots (B.14)$ <p>式中： C_{sws}——沼泽土壤蓄水量，单位：m³/a； C_{sr}——沼泽地表滞水量，单位：m³/a。</p>

表 B.1 部分补充的 GEP 核算公式（续）

指标	核算公式与参数补充说明
洪水调蓄 (见5.2.3)	沼泽土壤蓄水量的计算公式如下： $C_{sws} = S \times h \times \rho \times (F - E) \times 10^{-2} / \rho_w \dots\dots\dots (B.15)$ <p> <i>S</i>——沼泽面积，单位：m^2； <i>h</i>——沼泽土壤蓄水深度，单位：m/a； <i>ρ</i>——沼泽土壤容重，单位：g/m^3； <i>F</i>——沼泽土壤饱和含水率（%）； <i>E</i>——沼泽洪水淹没前的自然含水率（%）； <i>ρ_w</i>——水的密度，单位：g/m^3。 </p>
	沼泽地表滞水量的计算公式如下： $C_{sr} = S \times H \dots\dots\dots (B.16)$ <p> 式中： <i>S</i>——沼泽面积，单位：m^2； <i>H</i>——沼泽地表滞水高度，单位：m/a。 </p>
	水库洪水调蓄量的计算公式如下： $C_{rc} = C_{fcc} \dots\dots\dots (B.17)$ <p> 式中： <i>C_{fcc}</i>——大中型水库防洪库容，单位：m^3/a。 </p>
固碳 (见5.2.6)	陆地生态系统固碳的计算公式补充说明如下： ——由净初级生产力（NPP）减去异养呼吸（即土壤呼吸）消耗得到： $NEP = NPP - RS \dots\dots\dots (B.18)$ <p> 式中： <i>NEP</i>——净生态系统生产力，单位：$t \cdot C/a$； <i>NPP</i>——净初级生产力，单位：$t \cdot C/a$； <i>RS</i>——土壤呼吸消耗碳量，单位：$t \cdot C/a$。 </p>

表 B.1 部分补充的 GEP 核算公式（续）

指标	核算公式与参数补充说明
固碳 (见5.2.6)	<p>——按照各省市 NEP 和 NPP 的转换系数，根据 NPP 计算得到 NEP：</p> $NEP = \alpha \times NPP \times M_{C_6} / M_{C_6H_{10}O_5} \dots\dots\dots (B.19)$ <p>式中：</p> <p>NEP——净生态系统生产力，单位：$t \cdot C/a$；</p> <p>α——NEP 和 NPP 转换系数；</p> <p>NPP——净初级生产力，单位：$t \cdot C/a$；</p> <p>$M_{C_6} / M_{C_6H_{10}O_5}$——干物质转化为 C 的系数转化系数，72/162。</p>
气候调节 ^a (见5.2.8)	<p>气候调节的计算公式如下：</p> $E_{pt} = \sum_{i=1}^n EPP_i \times S_i \times D \times 10^6 / (3600 \times r) \dots\dots\dots (B.20)$ $E_{we} = E_w \times q \times \rho \times 10^3 / 3600 + E_w \times y \dots\dots\dots (B.21)$ <p>式中：</p> <p>EPP_i——第 i 类生态系统单位面积蒸腾消耗热量，单位：$kJ / (m^2 \cdot d)$；</p> <p>S_i——第 i 类生态系统面积，单位：km^2；</p> <p>r——空调能效比，取值 3.0；</p> <p>D——空调开放天数，单位：d；</p> <p>E_w——水面蒸发量，单位：m^3/a；</p> <p>ρ——水的密度，即 $1g/cm^3$；</p> <p>q——挥发潜热，即蒸发 1 克水所需要的热量，单位：J/g；</p> <p>y——加湿器将 1 立方米水转化为蒸汽的耗电，单位：kWh/m^3；</p> <p>n——核算地域生态系统类型的数量。</p>

表 B.1 部分补充的 GEP 核算公式（续）

指标	核算公式与参数补充说明
生态旅游 （见5.3）	<p>生态旅游的计算公式如下：</p> $TC_j = T_j \times W_j + C_j \quad \dots\dots\dots (B.22)$ $C_j = \sum_{i=1}^n (C_{ite,j} + C_{ilt,j} + C_{ief,j}) / n_j \quad \dots\dots\dots (B.23)$ <p>式中：</p> <p>T_j——来自 j 地的每名游客的旅游时间（包括路上和核算地域范围内停留的时间），单位：天；</p> <p>W_j——来自 j 地游客的日平均工资，单位：元/天；</p> <p>C_j——来自 j 地区平均每人每次游客花费的直接旅行费用，单位：元/人次；</p> <p>$C_{ite,j}$——i 游客从 j 地到核算地域范围的交通费用，单位：元；</p> <p>$C_{ilt,j}$——i 游客从 j 地到核算地域范围的食宿花费，单位：元；</p> <p>$C_{ief,j}$——i 游客从 j 地到核算地域范围的门票费用，单位：元；</p> <p>n_j——来自 j 地游客人数。</p>
<p>^a日均温度大于等于26°C的区域计算降温。</p> <p>注1：降雨侵蚀力因子是指降雨引发土壤侵蚀的潜在能力；</p> <p>注2：土壤可蚀性因子是指土壤颗粒被水力分离和搬运的难易程度；</p> <p>注3：污染物净化量由功能量核算得到，氨氮、总磷等水体污染物的治理成本采用省内的相关规定。</p>	

表 B.2 不同生态系统类型的植被覆盖因子赋值

生态系统类型	植被覆盖度 (%)					
	<10	[10, 30)	[30, 50)	[50, 70)	[70, 90)	≥90
森林	0.10	0.08	0.06	0.02	0.004	0.001
灌丛	0.40	0.22	0.14	0.085	0.04	0.011
草地	0.45	0.24	0.15	0.09	0.043	0.011

表 B.3 生态产品价格与定价依据表（推荐使用价格）

指标	条目	单位	2015 年当年价	备注
水源涵养	水价	元/m ³	1.00	根据中国水权交易所水权交易价，结合浙江省实际情况，得到 2015 年和其他核算年的水价（当年价）。利用浙江省多年 PPI 数据，计算得出其他核算年水价的可比价。
土壤保持	水库单位库容清淤工程费用	元/m ³	26.27	根据现有部分水库清淤、单位库容工程造价和运营成本，基于“年度间相关成本变动情况可完全通过年度 PPI 指数体现”这一假设，结合浙江省多年 PPI 指数，计算得到 2015 年当年价、其他核算年当年价和其他核算年可比价。
洪水调蓄	水库单位库容的工程造价	元/(m ³ ·a)	25.85	
	水库单位库容的运营成本	元/(m ³ ·a)	0.04	
水环境净化	净化 COD	元/t	8000	分别根据 2015 年和其他核算年浙江省排污权交易中心提供的全省 11 个设区市的主要水污染物市场交易价格，取中位数，得到 2015 年和其他核算年的当年价；再根据浙江省多年 PPI 指数，折算得到其他核算年主要水污染物市场交易价格的可比价。
	净化氨氮	元/t	9572.92	
	净化总磷	元/t	10000	
空气净化	净化二氧化硫	元/t	2000	分别根据 2015 年和其他核算年浙江省排污权交易中心提供的全省 11 个设区市的主要大气污染物市场交易价格，取中位数，得到 2015 年和其他核算年的当年价；再根据浙江省多年 PPI 指数，折算得到其他核算年主要大气污染物市场交易价格的可比价。
	净化氮氧化物	元/t	2518.25	
固碳	碳交易价格	元/t	23.72	根据 2015 年全国 7 个碳交易试点的年成交额与年成交量，得到各试点年均交易价格，然后取中位数得到 2015 年当年价；采取和 2015 年相同的方法得到其他核算年碳交易价格；再根据浙江省多年 PPI 指数，折算得到其他核算年碳交易价格的可比价。
释氧	氧气价格	元/t	1200	根据浙江省市场实际情况，调研得到 2015 年和其他核算年的医用氧气当年价；再根据浙江省多年 PPI 数据，折算得到其他核算年医用氧气的可比价。
气候调节	电价	元/kWh	0.54	根据浙江省电网销售电价表中居民生活用电取高峰和低谷用电的平均值，计算得到 2015 年和其他核算年的电价当年价；再根据浙江省多年 PPI 数据，折算得到其他核算年电价的可比价。

表 B.4 生态系统生产总值核算汇总表

一级指标	二级指标		功能量	价值量	
供给产品	直接利用 供给产品	农业产品	产品 1		
			产品 2		
				
		林业产品	产品 1		
			产品 2		
				
	转化利用 供给产品	可再生能源	产品 1		
			产品 2		
				
调节服务	水源涵养				
	土壤保持				
	洪水调蓄	植被洪水调蓄			
		湖泊洪水调蓄			
		沼泽洪水调蓄			
		水库洪水调蓄			
	水环境净化	净化 COD			
		净化氨氮			
		净化总磷			
	空气净化	净化二氧化硫			
		净化氮氧化物			
	固碳				
	释氧				
气候调节 ^a	植被蒸腾消耗的能量				
	水面蒸发消耗的能量				
负氧离子 ^b					
文化服务	生态旅游				
汇总					
^a 日均温度大于等于 26°C 的区域计算降温。					
^b 可选项，有条件的地区可先行探索。					

附 录 C
(规范性)
GEP 核算基础数据要求

表C.1规定了生态产品功能量核算基础数据清单及要求；C.2规定了生态产品价值量核算基础数据清单及要求；表C.3规定了GEP核算涉及的空间专题图制作要求。

表 C.1 生态产品功能量核算基础数据清单及要求

类别	科目	所需数据	数据生产方式	说明
供给产品	直接利用供给产品	农林牧渔产品（工业化畜牧产品除外）等的产量	统计数据	建议由统计部门提供，如果统计部门无该数据，则采用部门数据
	转化利用供给产品	水电等可再生能源产量或使用量	统计数据	建议由电力部门提供
调节服务	水源涵养	年产流降水量	气象监测	采用多年平均数据，建议由气象部门提供
		年蒸发量		采用多年平均数据，建议由水利部门提供，推荐采用水文资料整编成果
		各类生态系统面积	遥感监测	建议由自然资源部门或权威机构提供，推荐采用浙江省国土调查成果数据或权威机构遥感分类数据
		平均地表径流系数	生态监测	建议由国家生态系统观测研究网络提供
	土壤保持	降雨侵蚀力因子	气象监测	建议由水利部门提供，推荐采用水利部水土保持监测中心计算结果
		土壤可蚀性因子	样地调查	
		坡长因子	遥感监测	建议由自然资源部门或权威机构提供
		坡度因子		建议由自然资源部门或权威机构提供
		植被覆盖因子		建议由自然资源部门或权威机构提供，推荐采用浙江省国土调查成果数据或权威机构遥感分类数据
	洪水调蓄	各类生态系统面积		
		年暴雨降雨量	气象监测	采用多年平均数据，建议由气象部门提供
	平均地表暴雨径流系数	生态监测	建议由国家生态系统观测研究网络提供	

表 C.1 生态产品功能量核算基础数据清单及要求（续）

类别	科目	所需数据	数据生产方式	说明
调节服务	洪水调蓄	湖泊出、入湖流量	水文监测	建议由水利部门提供
		沼泽地表滞水高度等参数		
		大中型水库防洪库容		
	水环境净化	湖泊、沼泽等面积	遥感监测	建议由自然资源部门或权威机构提供
		湿地生态系统对各类水体污染的单位面积净化量	生态监测	建议由国家生态系统观测研究网络提供
		各类污染物排放总量	环境统计	建议由生态环境部门提供
	空气净化	湿地生态系统的面积	遥感监测	建议由自然资源部门或权威机构提供
		各类生态系统对各类大气污染物的单位面积净化量	生态监测	建议由国家生态系统观测研究网络提供
		各类污染物排放量	环境统计	建议由生态环境部门提供
	固碳	各类生态系统面积	遥感监测	建议由自然资源部门或权威机构提供，推荐采用浙江省国土调查成果数据或权威机构遥感分类数据
		陆地生态系统净初级生产力	遥感监测	建议由自然资源部门或权威机构提供
		各类植被面积	遥感监测	建议由林业部门或权威机构提供，推荐采用浙江省林业调查成果数据或权威机构遥感分类数据
	释氧	陆地生态系统净初级生产力	遥感监测	建议由自然资源部门或权威机构提供
		各类植被面积	遥感监测	建议由林业部门或权威机构提供，推荐采用浙江省林业调查成果数据或权威机构遥感分类数据
	气候调节 ^a	年蒸发量	气象监测	采用多年平均数据，建议由水利部门提供，推荐采用水文资料整编成果
		各类生态系统单位面积蒸腾消耗热量等参数	生态监测	建议由国家生态系统观测研究网络提供
各类生态系统面积		遥感监测	建议由自然资源部门或权威机构提供，推荐采用浙江省国土调查成果数据或权威机构遥感分类数据	
负氧离子 ^b	林分负离子浓度	环境监测	建议由林业部门提供	
	林分植被面积	样地调查	建议由林业部门提供，推荐采用浙江省林业调查成果数据	
	林分植被高度	样地调查	建议由林业部门提供	
	负离子寿命	环境监测	建议由林业部门提供	

表 C.1 生态产品功能量核算基础数据清单及要求（续）

类别	科目	所需数据	数据生产方式	说明
文化服务	生态旅游	A 级及以上旅游景区、风景名胜区、森林公园、地质公园、湿地公园等名录及其游客人次	统计数据	建议由文化旅游、林业部门提供
		农家乐名录及其游客人次	统计数据	建议由农业农村部门提供
^a 日均温度大于等于 26℃ 的区域计算降温。 ^b 可选项，有条件的地区可先行探索。				

表 C.2 生态产品价值量核算基础数据清单及要求

类别	核算科目	所需数据	数据来源	说明
供给产品	直接利用供给产品	农林牧渔产品（工业化畜牧产品除外）等的增加值	统计年鉴	建议由统计部门提供
	转化利用供给产品	水电等可再生能源的增加值	政府指导价	建议由电力部门提供
调节服务	水源涵养	水价	政府指导价	建议由水利部门提供，推荐值参见附录 B 中的表 B.3
	土壤保持	水库单位库容清淤工程费用	统计数据	建议由水利部门提供，推荐值参见附录 B 中的表 B.3
	洪水调蓄	水库单位库容的工程造价、运营成本	统计数据	建议由水利部门提供，推荐值参见附录 B 中的表 B.3
	水环境净化	各类水体污染物的治理成本	统计数据	建议由生态环境部门提供，推荐值参见附录 B 中的表 B.3
	空气净化	各类大气污染物的治理成本	统计数据	建议由生态环境部门提供，推荐值参见附录 B 中的表 B.3
	固碳	碳交易价格	碳交易市场	建议由生态环境部门提供，推荐值参见附录 B 中的表 B.3
	释氧	氧气价格	市场数据	建议采用医用氧气市场价格
	气候调节 ^a	电价	政府指导价	建议由电力部门提供，推荐值参见附录 B 中的表 B.3
	负氧离子 ^b	负氧离子生产费用	统计数据	建议由林业部门提供
文化服务	生态旅游	游客的人均旅游消费等情况	统计数据	建议由文化旅游部门提供
^a 日均温度大于等于 26°C 的区域计算降温。 ^b 可选项，有条件的地区可先行探索。				

表 C.3 GEP 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	主要图件包括要素图斑详图，各个专题产品详图，其他图件方面，可根据实际需要制作