

DB51

四川省地方标准

DB51/T 3243—2024

四川省生态系统生产总值（GEP）核算
技术规范

2024 - 12 - 18 发布

2025 - 01 - 18 实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 核算原则.....	2
5 核算流程.....	2
6 核算内容.....	4
7 核算指标和方法.....	5
附录 A（资料性） 生态产品目录清单.....	6
附录 B（资料性） 核算基础数据清单及数据来源	7
附录 C（规范性） 生态系统生产总值（GEP）实物量与价值量核算方法.....	10
附录 D（资料性） 生态系统生产总值（GEP）实物量核算推荐参数表.....	30
参考文献.....	37

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内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由四川省发展和改革委员会提出、归口、解释并组织实施。

本文件起草单位：中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所、中国科学院成都生物研究所、成都市标准化研究院、成都市自然保护地和野生动植物保护中心、成都市土地整治和生态修复中心、成都天府绿道建设投资集团有限公司、四川省林业和草原调查规划院、成都市自然资源调查利用研究院、四川天府新区发展和经济运行局、成都龙泉山城市森林公园保护和发展中心、四川农业大学、中国质量认证中心成都分中心。

本文件主要起草人：刘勤、何奕忻、严坤、王玉宽、徐佩、傅斌、闫洋洋、孙庚、仲波、刘皿、冯毅、贾程、蒋丽琼、宋文杰、张林、李书明、李鹏山、舒建英、敬发铭、干德军、康瑛、刘昌伟、赵文力、胡佳、谢富贵、潘霞、熊维满、刘菲斐、郭芸君、肖洋、何春梅、苏灵、王珊、夏程波、杨早、张浩、王志强、刑慧洁。

四川省生态系统生产总值（GEP）核算 技术规范

1 范围

本文件规定了四川省生态系统生产总值（Gross Ecosystem Product, GEP）的核算原则、核算流程、核算内容、核算指标和方法等内容。

本文件适用于四川省内的市、县、乡、村等各级行政区以及具有确定边界范围的生态系统生产总值（GEP）核算。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生态系统类型 ecosystem type

在特定尺度下，生物群落组成、结构与功能过程、演替特征、外貌具有一致性的生态系统单元。

[来源：GB/T 42340-2023, 3.3]

3.2

生态产品 ecological product

生态系统为人类福祉和社会经济可持续发展提供的产品与服务贡献，包括物质供给、调节服务和文化服务三类。

3.3

生态系统生产总值 gross ecosystem product

生态系统在一定时间特定区域内为人类福祉和社会经济可持续发展提供的各种最终物质供给与服务价值的总和。

3.4

物质供给 material service

人类从生态系统获得并被使用的各种物质产品。

3.5

调节服务 regulating service

生态系统为维持和改善人类生存和生活环境提供的惠益。

[来源：GB/T 43678-2024, 3.3]

3.6

文化服务 culture service

生态系统为提高人类生活质量提供的非物质惠益与福祉。

[来源：GB/T 43678-2024, 3.4]

3.7

实物量 physical value

生态系统物质供给与服务的物理量。

3.8

价值量 monetary value

生态系统为人类社会提供的物质供给与服务的货币价值。

4 核算原则

4.1 全面性

充分考虑物质供给、调节服务和文化服务综合价值，反映核算范围内所有生态系统为本地及异地提供的惠益。

4.2 客观性

核算时应根据基础数据清单，优先使用本地遥感、统计、监测调查数据及相关参数，力求做到基础资料可靠、核算方法科学、核算结果客观准确。

4.3 可比较性

根据核算区域生态系统特点，结合数据可获得性和连续性，确保核算内容、方法及指标的一致性，实现不同范围、不同时间核算结果可比。

4.4 可操作性

综合考虑基础数据的准确性及获取难易程度，应优先使用核算范围内的监测调查数据、遥感数据和统计数据，如相关数据资料缺乏，合理使用缺省值或文献数据，确保可操作性。

5 核算流程

5.1 四川省生态系统生产总值（GEP）核算流程包括：

- a) 确定生态系统生产总值（GEP）核算区域范围和核算时间（核算周期长度为 1 年，即每年的 1 月 1 日至 12 月 31 日）；
- b) 明确核算区域范围内的生态系统类型、面积与分布；
- c) 编制核算区域范围内的生态产品目录清单；
- d) 收集核算所需的基础数据资料，开展必要的监测调查，进行数据预处理和参数本地化；
- e) 根据核算指标和方法，开展各项生态系统服务的实物量和价值量核算；将核算区域范围内物质供给、调节服务、文化服务价值量加和，核算生态系统生产总值（GEP）。

5.2 具体核算工作按照图 1 流程开展。

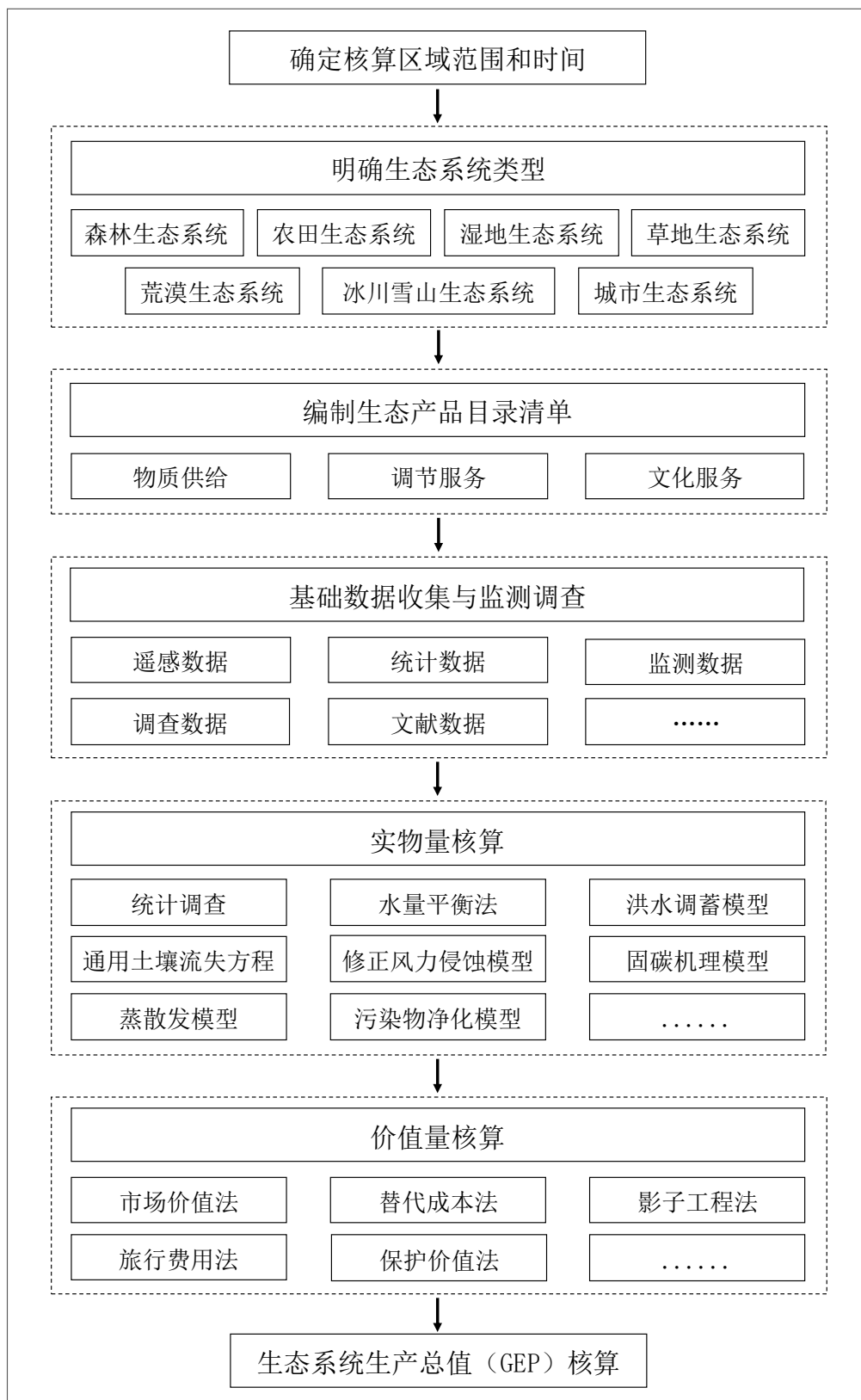


图1 四川省生态系统生产总值（GEP）核算流程

6 核算内容

6.1 各类生态系统核算内容见表 1。

表1 生态系统生产总值（GEP）核算内容

一级指标	二级指标	森林 ^a	农田 ^b	湿地 ^c	草地 ^d	荒漠 ^e	冰川雪山 ^f	城市 ^g
物质供给	农产品		√					√
	林（副）产品	√				√		√
	畜牧产品	√	√		√			√
	渔产品		√	√				√
	淡水资源			√			√	√
	水电能*			√				√
	生物质能	√	√	√	√	√		√
调节服务	水源涵养	√	√	√	√	√	√	√
	洪水调蓄	√	√	√	√			√
	土壤保持	√	√	√	√	√		√
	防风固沙	√	√	√	√	√		√
	固碳	√	√	√	√	√		√
	释氧*	√	√	√	√	√		√
	局部气候调节	√	√	√	√	√	√	√
	水质净化			√				√
	空气净化	√	√		√			√
	噪音消减							√
文化服务	景观溢价							√
	休闲游憩							√
	生态旅游	√	√	√	√	√	√	√
	自然教育*	√	√	√	√	√	√	√
	古树名木历史文化*	√	√					√
	濒危与特有物种保育*	√		√	√	√		√

注1：根据核算区域范围生态系统特征和生态产品供给情况选择核算。

注2：*为可选项，根据实际情况和核算目的选择核算。

^a 森林生态系统：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。

^b 农田生态系统：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。

^c 湿地生态系统：由陆地和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，包括河流、湖泊、水库、沼泽等。

^d 草地生态系统：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。

^e 荒漠生态系统：由旱生、超旱生的小乔木、灌木、半灌木和小半灌木及与其相适应的动物和微生物等生物与其非生物环境相互作用形成的功能整体。

^f 冰川雪山生态系统：以高山冰川、永久性积雪及其周边相关的地理区域所构成的功能整体。

^g 城市生态系统：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形成的功能整体。按照本文件提供的方法，核算城市建成区范围内森林、农田、草地、湿地等生态系统生产总值，按城市边界进行汇总。

6.2 详细生态产品目录清单参见附录 A 的要求。

7 核算指标和方法

7.1 生态系统生产总值（GEP）核算指标包括物质供给、调节服务和文化服务 3 个一级指标，农产品、林（副）产品、畜牧产品、渔产品、淡水资源、水电能、生物质能、水源涵养、洪水调蓄、土壤保持、防风固沙、固碳、释氧、局部气候调节、水质净化、空气净化、噪音消减、景观溢价、休闲游憩、生态旅游、自然教育、古树名木历史文化、濒危与特有物种保育 23 个二级指标。

7.2 生态系统生产总值（GEP）核算指标和方法见表 2。

7.3 实物量和价值量核算基础数据清单及数据来源参见附录 B。

7.4 实物量和价值量核算方法见附录 C。

7.5 生态系统生产总值（GEP）核算分区及推荐性参数表参见附录 D。

表2 生态系统生产总值（GEP）核算指标和方法

一级指标	二级指标	实物量核算指标和方法		价值量核算指标和方法	
		核算指标	核算方法	核算指标	核算方法
物质供给	农产品	农产品产量	统计调查	农产品价值	市场价值法
	林（副）产品	林（副）产品产量		林（副）产品价值	
	畜牧产品	畜牧产品产量		畜牧产品价值	
	渔产品	渔产品产量		渔产品价值	
	淡水资源	淡水资源总量		淡水资源价值	
	水电能	水电能总量		水电能价值	
	生物质能	生物质能产量		生物质能价值	
调节服务	水源涵养	水源涵养量	水量平衡法或水量供给法	水源涵养价值	影子工程法
	洪水调蓄	洪水调蓄量	水量平衡法、洪水调蓄模型	调蓄洪水价值	
	土壤保持	减少泥沙淤积量	通用土壤流失方程	减少泥沙淤积价值	替代成本法
		减少面源污染量		减少面源污染价值	
	防风固沙	防风固沙量	修正风力侵蚀模型	防风固沙价值	
	固碳	二氧化碳固定量	固碳机理模型	固定二氧化碳价值	
	释氧	氧气释放量	释氧机理模型	释放氧气价值	
	局部气候调节	蒸散发消耗能量	蒸散发模型	调节温湿度价值	
	水质净化	净化水体污染物量	污染物净化模型或	净化水体污染物价值	
	空气净化	净化大气污染物量	污染物平衡模型	净化大气污染物价值	
文化服务	噪音消减	噪音消减量	噪音消减模型	噪音消减价值	享乐价值法
	景观溢价	溢价土地与房产面积	统计调查	景观溢价价值	
	休闲游憩	休闲游憩总人数		休闲游憩价值	替代成本法
	生态旅游	游客人数		生态旅游价值	旅行费用法
	自然教育	参加人次		自然教育价值	
	古树名木历史文化	古树名木数量		古树名木历史文化价值	综合评估法
	濒危与特有物种保育	濒危与特有物种数量和保护面积		濒危与特有物种保育价值保护区保育价值	保育价值法

附 录 A
(资料性)
生态产品目录清单

生态产品目录清单见表A. 1。

表A. 1 生态产品目录清单

物质供给	农产品	生态系统中获得的初级农产品，例如小麦、大麦、稻谷、玉米、豆类、薯类、油料、棉花、麻类、烟叶、药材、蔬菜、瓜类、茶叶、水果等。
	林（副）产品	生态系统中获得的林产品以及与森林资源相关的初级产品，例如木材、竹材、松脂、生漆、油桐籽、野生菌、山野菜、中药材、干果等。
	畜牧产品	生态系统中放牧和饲养获得的畜牧产品，例如牛、羊、猪、家禽、奶类、禽蛋、蜂蜜和其它牧产品等。
	渔业产品	生态系统中获得的水产品，例如鱼类、甲壳类、贝类、藻类、头足类、其他类等。
	淡水资源	生态系统为人类提供的用于生产、生活、生态等使用的淡水资源。
	水电能	生态系统中水势能变化获得的水电能。
	生物质能	生态系统中获得的秸秆、薪柴、泥煤等生物质能。
调节服务	水源涵养	生态系统对降水进行截留、渗透、蓄积，促进调节径流，增加可利用水资源的功能。
	洪水调蓄	生态系统调节暴雨径流、削减洪峰，减轻洪水危害的功能。
	土壤保持	生态系统降低雨水的侵蚀能力，减少土壤流失和养分流失的功能。
	防风固沙	生态系统增加土壤抗风能力，降低风力侵蚀和风沙危害的功能。
	固碳	生态系统吸收二氧化碳合成有机物质，将碳固定在植物和土壤中的功能。
	释氧	生态系统通过光合作用释放出氧气，维持大气氧气浓度稳定的功能。
	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量，调节温湿度的功能。
	水质净化	生态系统对水体污染物吸附、降解以及生物吸收等，净化水环境的功能。
	空气净化	生态系统吸收、阻滤大气中的SO ₂ 、NO _x 、粉尘等污染物，改善空气环境的功能。
	噪音削减	生态系统通过植物反射和吸收声波能量，消减噪音的功能。
文化服务	景观溢价	生态系统为人类提供美学体验、精神愉悦，从而提高周边土地、房产价值的功能。
	休闲游憩	生态系统为人类业余时间提供的休闲、运动、娱乐等服务，获得精神放松、心情愉悦等非物质惠益。
	生态旅游	生态系统的美学景观及与其共生的人文景观为人类提供的观赏、休闲娱乐等服务。
	自然教育	生态系统为人类提供学习认知、科普宣传、科教研学、生态文明教育等服务。
	古树名木历史文化	古树名木作为历史信息的记录和传递者为人类提供历史记忆、文化认同、艺术审美和情感寄托等功能。
	濒危与特有物种保育	濒危与特有物种在生物多样性保护过程中形成的科学研究、文化交流、保护意识提升等不可替代的文化价值。

附 录 B

(资料性)

核算基础数据清单及数据来源

B.1 实物量核算所需数据主要来源于遥感数据、统计数据和监测调查数据，参考表 B.1。

表B.1 实物量核算主要数据及来源

一级指标	二级指标	所需数据	建议数据来源
物质供给	农产品	农产品产量	统计部门、农业农村部门
	林（副）产品	林（副）产品产量	统计部门、林草部门、农业农村部门
	畜牧产品	畜牧产品产量	统计部门、农业农村部门、林草部门
	渔产品	渔产品产量	统计部门、农业农村部门
	淡水资源	淡水资源总量	统计部门、水利部门
	水电能	水电能总量	水利部门、统计部门
	生物质能	生物质能产量	农业农村部门、统计部门、林草部门
调节服务	水源涵养	降水量	气象部门
		蒸散发量	气象部门
		区域入境/出境水量	水利部门、统计部门
		跨区域净调水量	水利部门、统计部门
		区域用水总量	水利部门、统计部门
	洪水调蓄	年暴雨降雨量	气象部门
		水库库容	水利部门
		沼泽地表滞水高度	水利部门
		沼泽土壤蓄水深度	水利部门
		沼泽土壤容重	水利部门
		沼泽土壤饱和含水量	水利部门、农业农村部门
		沼泽洪水淹没前自然含水量	水利部门
	土壤保持	侵蚀性降雨量	气象部门
		土壤容重及颗粒组成	农业农村部门
		土壤有机碳含量	农业农村部门
		泥沙和径流养分含量	水利部门、农业农村部门
	防风固沙	气温和风速	气象部门
		降水量	气象部门
		土壤湿度	气象部门
	固碳/释氧	生态系统初级生产力	林草部门
	局部气候调节	气温和湿度	气象部门
		水面蒸发量	气象部门
	水质净化	COD排放量	生态环境部门
		总氮和总磷排放量	生态环境部门
		水体COD净化能力	生态环境部门

表B.1 实物量核算主要数据及来源（续）

一级指标	二级指标	所需数据	建议数据来源
调节服务	水质净化	水体总氮和总磷净化能力	生态环境部门
		水体污染物出境总量	生态环境部门
		水体污染物处理总量	生态环境部门
	空气净化	SO ₂ 和NO _x 排放量	生态环境部门
		粉尘排放量	生态环境部门
		空气污染物排放量分区	生态环境部门
		空气质量监测数据	生态环境部门
		生态系统SO ₂ 和NO _x 净化能力	生态环境部门
		生态系统粉尘净化能力	生态环境部门
	噪音消减	各级道路林带降噪量	交通运输部门、住建部门
		各级道路长度	交通运输部门、住建部门
文化服务	景观溢价	景观溢价范围内土地及房产面积	统计部门、住建部门、自然资源部门
	休闲游憩	休闲游憩空间名录	住建部门、统计部门
		休闲游憩人时数	住建部门、统计部门
	生态旅游	生态旅游区/景区空间名录	文化旅游部门、统计部门
		生态旅游区/景区游客人数	文化旅游部门、统计部门
	自然教育	自然教育基地名录	科教部门、统计部门、文化旅游部门
		科普宣传、科教研学人数	科教部门、统计部门、文化旅游部门
	古树名木历史文化	古树名木名录	林草部门
		生长势分级	林草部门
		生长环境分级	林草部门
		养护管理实际投入	林草部门
	濒危与特有物种保育	濒危与特有物种数量及分布	林草部门、生态环境部门
		自然保护区面积	林草部门、自然资源部门
通用基础数据	生态系统类型及分布	自然资源部门、林草部门	
	土地利用类型及分布	自然资源部门、统计部门	
	植被覆盖度	林草部门、自然资源部门	
注：优先使用核算范围内的监测调查、遥感和统计等部门数据，如相关数据资料缺乏，合理使用缺省值或文献数据。			

B.2 价值量核算基础数据清单及数据来源见表 B.2。

表B.2 价值量核算主要数据及来源

一级指标	二级指标	所需数据	建议数据来源
物质供给	农产品、林（副）产品、畜牧产品、渔产品、淡水资源、水电能、生物质能	农林牧渔业增加值核算数据集、扣除成本的价格、淡水资源价格、水电价格、秸秆、薪柴、泥煤等生物质能价格	统计部门、农业农村部门、发展和改革部门
调节服务	水源涵养/洪水调蓄	水库单位库容工程造价	水利部门
		水库单位库容运营成本	水利部门
		城市海绵体的投资单价	住建部门、水利部门、自然资源部门
		城市海绵体单位库容年运营成本	住建部门、水利部门、自然资源部门
	土壤保持	环境工程降解污染物成本	生态环境部门
		水库工程清淤工程费用	水利部门
	防风固沙	单位面积植被恢复成本	林草部门、自然资源部门
		单位面积治沙工程成本	林草部门、自然资源部门
	固碳	碳排放交易价格	发展和改革部门、生态环境部门
	释氧	工业制氧价格	经信部门
	局部气候调节	电价	发展和改革部门
	水质净化	各类水体污染物治理成本	生态环境部门
	空气净化	各类空气污染物治理成本	生态环境部门
	噪音消减	人工降噪幕墙建设成本	交通部门、生态环境部门
文化服务	景观溢价	景观溢价价格	住建部门、自然资源部门
	休闲游憩	核算区域单位时间人均工资	统计部门
	生态旅游	生态旅游区/景区旅游收入	文化旅游部门、统计部门
		生态旅游区/景区游客人均消费	文化旅游部门、统计部门
	自然教育	科普宣传、科教研学人均支出	科教部门、文化旅游部门、统计部门
	古树名木历史文化	古树名木同类规格苗木市场价格	林草部门
		古树名木累计养护管理实际投入	林草部门
	濒危与特有物种保育	单位面积物种保育价值	林草部门、生态环境部门
注：优先使用核算范围内部门提供数据，如相关数据资料缺乏，合理使用缺省值或调查数据。			

附录 C

(规范性)

生态系统生产总值(GEP)实物量与价值量核算方法

C.1 物质供给

C.1.1 实物量

人类从生态系统获得并使用的物质产品，实物量通过统计资料或调查获取。按照公式(C.1)计算。

$$E_p = \sum_{i=1}^n E_i \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

E_p ——物质供给总量（根据产品的计量单位确定，如谷物：t/a、水电能：kW·h/a、泥煤：t/a）；

E_i ——第*i*种物质供给的产量（根据产品的计量单位确定，如谷物：t/a、水电能：kW·h/a、泥煤：t/a）；

i ——物质供给种类， $i=1, 2, 3, \dots, n$ （无量纲）；

n ——物质供给类型数量。

C.1.2 价值量

运用市场价值法核算生态系统的物质供给价值量。按照公式(C.2)计算。

$$V_g = \sum_{i=1}^n E_i \times P_i \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

V_g ——生态系统物质供给价值量（元/a）；

E_i ——第*i*类生态系统物质类产品产量（根据产品的计量单位确定，如谷物：t/a、水电能：kW·h/a、泥煤：t/a）；

P_i ——第*i*类生态系统物质类产品价格（根据产品的计量单位确定，如谷物：元/t、水电能：元/kW·h、泥煤：元/t），为扣除人类劳动贡献后的价格。

C.2 调节服务

C.2.1 水源涵养

C.2.1.1 实物量

C.2.1.1.1 水量平衡法

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为降水量与径流量和生态系统自身水分消耗量的差值。按照公式(C.3)计算。

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

式中：

Q_{wr} ——水源涵养量（m³/a）；

A_i ——第*i*类生态系统面积 (km²) ;

P_i ——降雨量 (mm/a) ;

R_i ——地表径流量 (mm/a) ;

ET_i ——蒸散发量 (mm/a) , 是指水文循环中降水到达地面后由液态或固态转化为水汽返回大气的过程, 包括水面、土壤、冰雪蒸发和植物蒸腾;

i ——生态系统类型, $i=1, 2, 3, \dots, n$ (无量纲) ;

n ——生态系统类型数量。

$$R_i = P_i \times \delta_i \cdots \cdots \cdots (C.4)$$

式中:

R_i ——地表径流量 (mm/a) ;

P_i ——降雨量 (mm/a) ;

δ_i ——第*i*类生态系统平均地表径流系数 (无量纲) , 参考附表D.2取值。

$$ET_i = P_i \times \alpha_{Aii} \times K_{Ci} \cdots \cdots \cdots (C.5)$$

式中:

ET_i ——蒸散发量 (mm/a) ;

P_i ——降雨量 (mm/a) ;

α_{Aii} ——干旱系数 (无量纲) , 参考附表D.3取值;

K_{Ci} ——作物系数 (无量纲) , 参考附表D.4取值;

i ——生态系统类型, $i=1, 2, 3, \dots, n$ (无量纲) ;

n ——生态系统类型数量。

C.2.1.1.2 水量供给法

在技术参数缺失情况下, 可以选择水量供给法。水源涵养量表示生态系统为本地区和下游地区提供的水资源总量, 包括核算区域范围内用水量 and 净出境水量。按照公式(C.6)计算。

$$Q_{wr} = (Q_u - Q_t) + (Q_{out} - Q_{in}) \times (1 - \delta) \cdots \cdots \cdots (C.6)$$

式中:

Q_{wr} ——水源涵养量 (m³/a) ;

Q_u ——核算区域范围用水量 (m³/a) ;

Q_t ——跨区域净调水量 (m³/a) ;

Q_{out} ——区域出境水量 (m³/a) ;

Q_{in} ——区域入境水量 (m³/a) ;

δ ——区域平均产流径流系数（无量纲）。

C.2.1.2 价值量

采用影子工程法核算生态系统水源涵养价值量。按照公式(C.7)计算。

$$V_{wr} = Q_{wr} \times (C_{we} + P_{we} \times D_r) \dots\dots\dots (C.7)$$

式中：

V_{wr} ——生态系统水源涵养价值量（元/a）；

Q_{wr} ——水源涵养量（ m^3/a ）；

C_{we} ——水库单位库容年运营成本（元/ $m^3 \cdot a$ ）；

P_{we} ——水库单位库容工程造价（元/ $m^3 \cdot a$ ）；

D_r ——水库年折旧率。

C.2.2 洪水调蓄

C.2.2.1 实物量

C.2.2.1.1 森林、农田、草地植被通过冠层、枯落物层、土壤层拦截降水，延缓径流、消减洪峰；水库、湖泊、沼泽等削减洪峰，调蓄径流。本文件只核算年降雨量大于 400mm 的湿润区、亚湿润区生态系统洪水调蓄。

C.2.2.1.2 森林、农田、草地植被采用调蓄水量作为生态系统洪水调蓄实物量。按照公式(C.8)计算。

$$Q_{vfm} = \sum_{i=1}^n (P_i - R_{fi}) \times A_i \times 10^3 \dots\dots\dots (C.8)$$

式中：

Q_{vfm} ——森林、草地、农田植被洪水调蓄量（ m^3/a ）；

P_i ——暴雨降雨量（ mm/a ），暴雨标准参考附表D.5；

R_{fi} ——第*i*类生态系统的暴雨径流量（ mm/a ），参考附表D.6计算；

A_i ——第*i*类生态系统面积（ km^2 ）；

i——生态系统类型，*i*=1, 2, 3, ..., *n*（无量纲）；

n——生态系统类型数量。

C.2.2.1.3 水库具有较强的蓄洪能力，减缓流速、削减洪峰，采用防洪库容作为生态系统洪水调蓄实物量。按照公式(C.9)计算。

$$Q_{rfm} = \varepsilon \times C_t \dots\dots\dots (C.9)$$

式中：

Q_{rfm} ——水库洪水调蓄量（ m^3/a ）；

C_r ——水库总库容（ m^3 ）；

ε ——水库库容转换为防洪库容的系数，取值参考附表D.7。

C.2.2.1.4 湖泊通过蓄纳入湖洪峰水量，调蓄洪水。按照公式(C.10)计算。

$$Q_{lfm} = e^{4.924} \times A^{1.128} \times 3.19 \times 10^4 \dots\dots\dots (C.10)$$

式中：

Q_{lfm} ——湖泊洪水调蓄量（ m^3/a ）；

A ——湖泊面积（ km^2 ）。

C.2.2.1.5 沼泽通过蓄积地表水和减弱洪峰实现水量再分配。按照公式(C.11)和公式(C.12)计算。

$$Q_{mfm} = Q_{sws} + Q_{sr} = Q_{sws} + S \times H \times 10^6 \dots\dots\dots (C.11)$$

$$Q_{sws} = S \times h \times \rho \times (F - E) \times 10^6 / \rho_w \dots\dots\dots (C.12)$$

式中：

Q_{mfm} ——沼泽洪水调蓄量（ m^3/a ）；

Q_{sws} ——沼泽土壤蓄水量（ m^3/a ）；

Q_{sr} ——沼泽地表滞水量（ m^3/a ）；

S ——沼泽面积（ km^2 ）；

H ——沼泽地表滞水高度（ m ）；

h ——沼泽土壤蓄水深度（ m ）；

ρ ——沼泽土壤容重（ t/m^3 ）；

F ——汛期前后沼泽土壤含水量差值（无量纲），取值参考附表D.8；

E ——沼泽洪水淹没前的自然含水率（无量纲）；

ρ_w ——水的密度（ t/m^3 ）。

C.2.2.2 价值量

采用影子工程法核算生态系统洪水调蓄价值量。按照公式(C.13)计算。

$$V_{fs} = (Q_{vfm} + Q_{rfm} + Q_{lfm} + Q_{mfm}) \times (C_{we} + P_{we} \times D_r) \dots\dots\dots (C.13)$$

式中：

V_{fs} ——生态系统洪水调蓄价值量（元/a）；

Q_{vfm} ——森林、草地、农田植被洪水调蓄量（ m^3/a ）；

Q_{rfm} ——水库洪水调蓄量（ m^3/a ）；

Q_{lfm} ——湖泊洪水调蓄量（ m^3/a ）；

Q_{mfm} ——沼泽洪水调蓄量（ m^3/a ）；

C_{we} ——水库单位库容年运营成本（元/（ m^3/a ）），城市生态系统按海绵体单位库容年运营成本计（元/（ m^3/a ））；

P_{we} ——水库单位库容造价（元/ m^3 ），城市生态系统按海绵体建设投资单价计（元/ m^3 ）；

D_r ——水库年折旧率，城市生态系统按海绵体年折旧率计。

C.2.3 土壤保持

C.2.3.1 实物量

C.2.3.1.1 采用通用土壤流失方程（USLE）计算生态系统潜在土壤侵蚀量和现实土壤侵蚀量差值作为土壤保持量。按照公式(C.14)计算。

$$Q_{sc} = \sum_{i=1}^n R \times K \times LS \times (1 - C \times P) \times A_i \quad \dots\dots\dots (C.14)$$

式中：

Q_{sc} ——土壤保持量（ t/a ）；

R ——降雨侵蚀力因子（ $MJ \cdot mm / (hm^2 \cdot h)$ ）；

K ——土壤可蚀性因子（ $t \cdot hm^2 \cdot h / (hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$ ）；

LS ——坡度坡长因子（无量纲）；

C ——作物覆盖与管理因子（无量纲）；

P ——水土保持措施因子（无量纲）；

A_i ——第*i*类生态系统面积（ hm^2 ）。

C.2.3.1.2 降雨侵蚀力 R 反映降水对土壤剥离、搬移、冲刷能力，表现降雨导致土壤流失的潜在能力。按照公式(C.15)计算。

$$R_i = \alpha \sum_{j=1}^k D_j^\beta \quad \dots\dots\dots (C.15)$$

式中：

R_i ——第*i*个半月时段的侵蚀力值（ $MJ \cdot mm / (hm^2 \cdot h)$ ）；

k ——半月时段内的天数（ d ）；

D_j ——半月时段内第*j*天的侵蚀性日雨量（ mm ），要求日雨量 $\geq 12\text{ mm}$ ，与侵蚀性降雨标准对应；

α 、 β ——模型参数。

$$\alpha = 21.586\beta^{-7.1891} \quad \dots\dots\dots (C.16)$$

$$\beta = 0.8363 + \frac{18.144}{P_{d12}} + \frac{24.455}{P_{y12}} \dots\dots\dots (C.17)$$

式中:

P_{d12} ——日降雨量 ≥ 12 mm 的日平均雨量 (mm) ;

P_{y12} ——日降雨量 ≥ 12 mm 的年平均雨量 (mm) 。

注: 如缺乏计算参数时, 降雨侵蚀力因子取值参考附表 D.9。

C. 2. 3. 1. 3 土壤可蚀性 K 反映不同土壤性质的侵蚀量差异。按照公式(C.18)计算。

$$K = \left\{ 0.2 + 0.3 \exp \left[-0.0256 S_a \left(1 - \frac{S_i}{100} \right) \right] \right\} \times \left(\frac{S_i}{C_i + S_i} \right)^{0.3} \times \left[1 - \frac{0.25C}{C + \exp(3.72 - 2.95C)} \right] \\ \times \left[1 - \frac{0.7S_n}{S_n + \exp(-5.51 + 22.9S_n)} \right] \dots\dots\dots (C.18)$$

式中:

K ——土壤可蚀性因子 (无量纲) ;

S_a ——砂粒 (2~0.05mm) 含量 (%) ;

S_i ——粉粒 (0.05~0.02mm) 含量 (%) ;

C_i ——粘粒 (<0.02mm) 含量 (%) ;

C ——土壤有机碳含量 (%) 。

注: 如缺乏计算参数时, 土壤可蚀性因子取值参考附表 D.10。

C. 2. 3. 1. 4 地形因子 LS 考虑坡度坡长对土壤侵蚀的影响。按照公式(C.19)、(C.20)、(C.21)、(C.22)计算。

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13} \right)^m \dots\dots\dots (C.19)$$

$$m = \frac{\beta}{\beta + 1} \dots\dots\dots (C.20)$$

$$\beta = \frac{(\sin \theta)/0.089}{[3.0 \times (\sin \theta)]^{0.8}} + 0.56 \dots\dots\dots (C.21)$$

$$S = \begin{cases} 10.8 \sin \theta + 0.03 & \theta < 5.14 \\ 16.8 \sin \theta - 0.5 & 5.14 \leq \theta < 10.20 \\ 21.91 \sin \theta - 0.96 & 10.20 \leq \theta < 28.81 \\ 9.5988 & \theta \geq 28.81 \end{cases} \dots\dots\dots (C.22)$$

式中:

L ——坡长因子 (无量纲) ;

S ——坡度因子 (无量纲) ;

m ——坡长指数 (无量纲) ;

θ ——坡度 (°) ;

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/447030135135010024>