

跨区域调水系统生态产品价值核算规范

Specification for accounting ecosystem product value within cross-regional water
diversion project

（征求意见稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

目 次

前言 II

引言 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

 4.1 客观性原则 2

 4.2 相关性原则 2

 4.3 一致性原则 2

 4.4 开放性原则 2

 4.5 基于交换价值原则 2

5 核算流程 2

 5.1 核算流程图 2

 5.2 确定核算范围 2

 5.3 确定核算时间节点 3

 5.4 明确生态系统类型与分布 3

 5.5 编制生态产品目录清单 3

 5.6 收集数据资料 3

 5.7 开展生态产品实物量核算 3

 5.8 开展生态产品价值量核算 3

 5.9 计算生态产品价值 3

6 核算方法 3

 6.1 实物量核算 3

 6.2 价值量核算 10

7 数据质量保证和控制 17

 7.1 数据的获取 17

 7.2 数据录入和分析 17

 7.3 数据归档 17

附录 A（规范性） 跨区域调水系统生态产品价值核算流程 18

附录 B（规范性） 跨区域调水系统生态产品清单 19

附录 C（资料性） 生态产品价值核算数据清单 20

 C.1 生态产品价值核算数据清单 20

参考文献 23

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。

本文件由扬州市江都区发展和改革委员会提出。

本文件由江苏省发展和改革委员会归口。

本文件起草单位：扬州市江都区发展和改革委员会、扬州市江都区市场监督管理局、扬州市江都区水务局、扬州市江都区郭村镇人民政府、江苏省工程咨询中心有限公司。

本文件主要起草人：王海军、贾国春、朱国圣、毛恒超、张进、殷荣生、高寅峰、田源、刘翰卿、赵一霖。

引 言

《建立健全生态产品价值实现机制的意见》（中办发〔2021〕24号）要求各地结合实际，针对生态产品价值实现的不同路径，构建行政区域单元生态产品总值和特定地域单元生态产品价值评价体系。扬州市是南水北调东线工程的源头地，为“一江清水向北送”做出了重要贡献。对跨区域调水系统生态产品价值核算，国内还处于起步探索阶段。在此背景下，研究制定跨区域调水系统生态产品价值核算规范，提炼形成可复制、可推广的扬州经验，对于科学推动生态价值转化为经济价值具有重要意义。

针对跨区域调水系统的特殊性，构建具有地方特色的生态产品价值评价标准体系，为科学计算调水供给、水质保障、水力发电、物质供给、防洪排涝、固碳、土壤保持、防风固沙、空气净化、旅游康养、休闲游憩、科普教育等生态价值提供依据，满足生态产品在经营开发、担保信贷、权益交易、生态补偿等领域的价值实现需求，特制定本标准。

跨区域调水系统生态产品价值核算规范

1 范围

本文件规定了以跨区域调水系统为特定地域单元的生态产品价值核算相关的核算原则、核算流程、核算方法、数据质量保证和控制。

本文件适用于跨区域调水系统生态产品价值核算，其他类似的生态产品价值核算项目也可参考。

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。

SL 72-2013 水利建设项目经济评价规范
水利工程供水定价成本监审办法 国家发展改革委令第55号

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

跨区域调水系统 ecosystem within cross-regional water diversion project
为解决跨地区水资源不均衡而实施的水资源调度工程形成特殊的水、陆域生态系统。

3.2

特定地域单元 specific geographic units
为定量核算人与自然交互活动影响下的生态系统服务功能划分的一定地理区域，包括区域内与交互活动相关联的所有生态要素和辅助开发要素。

3.3

生态系统 ecosystem
一定空间范围内植物、动物和微生物群落及其非生物环境相互作用形成的功能整体，包括河流、湿地、草地、农田、森林、城市等生态系统类型。

3.4

生态产品 the value of ecosystem 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，包括物质供给、调节服务和文化服务三类。

3.5

特定地域单元生态产品价值 the value of ecosystem product in specific geographic units
特定地域单元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。

3.6

生态系统物质供给 material product of ecosystem
生态系统为人类提供并被使用的物质产品，如水资源、粮食、油料、蔬菜、水果、木材、生物质能、中草药、牧草、花卉等物质产品。

3.7

生态系统调节服务 regulating services of ecosystem

生态系统为维持或改善人类生存环境提供的惠益，如水质保障、防洪排涝、固碳、土壤保持、防风固沙、空气净化、局部气候调节、噪声消减等。

3.8

生态系统文化服务 cultural services of ecosystem

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

3.9

实物量 physical quantity

生态产品的物理量，如水质供给、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。

3.10

价值量 value quantity

生态产品的货币价值。

4 核算原则

4.1 客观性原则

核算数据应真实可靠，核算方法应科学合理，核算结果应准确无误。可充分利用遥感观测及地面调查技术等跨区域调水系统内生态环境影响变化开展周期监测。

4.2 相关性原则

生态产品价值核算应能满足各有关方面对生态产品价值信息的需求，如根据核算目标，生态产品价值核算所产生的数据应当满足政府宏观经济管理的需求，能切实回答管理实践中的具体问题。

4.3 一致性原则

生态产品价值核算采用的方法和程序应保持一致，从而保障结果间相互可比。

4.4 开放性原则

根据生态产品价值核算最新研究成果，及时改进和完善价值核算的指标与方法。

4.5 基于交换价值原则

综合分析项目实施前后特定地域单元内生态产品价值变化，评估生态系统为项目及周边区域提供的生态效益，指导市场发挥作用的生态产品价值实现领域多元应用场景开发。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。

5 核算流程

5.1 核算流程图

核算流程图详见附录A。

5.2 确定核算范围

根据项目类型及实施范围，兼顾考虑生态系统完整性，确定生态产品价值的核算范围，一般可采用如下划定方式：

- 经水利、自然资源等主管部门审批确定的项目工程红线范围，如水利管理线、水利控制线等；
- 项目及周边影响区域，周边影响区域可为河流两岸生态保护控制区（如 1km ~2 km 范围）或更广阔的空间。

5.3 确定核算时间节点

核算时间节点根据核算目的、项目所处建设阶段等综合确定：

- 对于处于项目前期的规划项目，可在项目实施前进行预评估，具体可核算当前生态产品价值或情景对比实施周期内价值变化；
- 对于处于实施阶段的建设项目，可在工程建设完成并待生态系统初步稳定时进行评估，具体可利用情景对比评估实施周期内价值变化；
- 对于处于运营阶段的建设项目，生态系统趋于稳定、未来生态收益可预期，可进行长期评估，具体可利用情景对比预估其未来生态收益的现值。

5.4 明确生态系统类型与分布

明确核算区域内的各生态系统类型、面积与分布，绘制生态系统空间分布图。

5.5 编制生态产品目录清单

调查核算范围内的生态产品种类，编制生态产品目录清单，见附录B。

5.6 收集数据资料

收集开展生态产品价值核算所需要的相关政府部门统计数据、调查监测资料、相关文献资料以及基础地理信息图件等，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。

5.7 开展生态产品实物量核算

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

5.8 开展生态产品价值量核算

根据生态产品实物量，运用土地租金法、残值法、市场价值法、替代成本法、旅行费用法等方法，核算各类生态产品的货币价值。

5.9 计算生态产品价值

将核算区域范围内的各类生态产品价值加总，得到生态产品价值。

6 核算方法

6.1 实物量核算

6.1.1 调水供给

6.1.1.1 核算思路

选用调水地区调水贡献量作为调水供给的实物量评价指标，具体计算根据泵站抽水量、抽水扬程、调水周转量等综合确定。

6.1.1.2 计算公式

方法1：根据泵站抽水量、抽水扬程等综合确定，按照公式（1）计算。

$$W_i = W \times \frac{P_i \times H_i}{\sum_{j=1}^n P_j \times H_j} \quad (1)$$

式中：

W_i ——第*i*个区段调水贡献量（ m^3 ）；
 W ——跨区域调水系统总调水量（ m^3 ）；
 n ——调水区段总数；
 j ——不同区段编号， $j=1, 2, \dots, n$ ；
 i ——拟计算的区段编号；
 P_i ——第*i*个区段调水泵站抽水量（ m^3 ）；
 H_i ——第*i*个区段调水泵站抽水扬程（ m ）。

方法2：根据调水周转量确定，按照公式（2）和公式（3）计算。

$$C_w = \sum_{j=1}^n S_j \times (D_j - \sigma \times S_j) \quad (2)$$

$$W_i = \frac{W}{C_w} \times \left(\sum_{j=1}^i S_j \right) \times \left[\left(\sum_{j=1}^i D_j \right) - \sigma \times \left(\sum_{j=1}^i S_j \right) \right] \quad (3)$$

式中：

W_i ——第*i*个区段调水贡献量（ m^3 ）；
 W ——总调水量（ m^3 ）；
 C_w ——总调水周转量（ $\text{m}^3 \cdot \text{km}$ ）；
 n ——调水区段总数；
 j ——不同区段编号， $j=1, 2, \dots, n$ ；
 i ——拟计算的区段编号；
 S_j ——第*j*个调水区段距水源地的调水距离（ km ）；
 D_j ——总调水量中被第*j*个区段使用的部分（ m^3 ）；
 σ ——单位调水距离的损耗系数（ $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-1}$ ）。

6.1.2 水质保障

6.1.2.1 核算思路

水质保障实物量以生态系统自然净化量表征。采用实际净化量法，以核算区域上、下断面主要污染物实测浓度差为基础，结合过境水量核算污染物净削减量，并扣除污水处理厂等人工设施的削减量，得到生态系统自然净化量。纳污能力法作为交叉校核方法。

6.1.2.2 计算公式

按照公式（4）计算。

$$Q_i = (C_{s,i} - C_{x,i}) \times W \times 10^{-6} - C_{r,i} \quad (1)$$

式中：

- Q_i ——第*i*类污染物的生态系统自然净化量（t/a）；
- $C_{s,i}$ ——上（入境）断面第*i*类污染物年均浓度（mg/L）；
- $C_{x,i}$ ——下（入境）断面第*i*类污染物年均浓度（mg/L）；
- W ——核算区域过境水总量（m³/a）；
- $Q_{r,i}$ ——污水处理厂等人工设施削减的第*i*类污染量（t/a）
- i ——污染物类别， $i=1, 2, \dots, n$ 。

采用纳污能力法交叉校核，按公式（5）计算：

$$Q_{wpi} = 31.536 \times K_s \times V_w \times C_s \times b \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- Q_{wpi} ——纳污能力（t/a）；
- K_s ——污染物综合衰减系数（s⁻¹）；
- V_w ——河段槽续量（m³）；
- C_s ——下断面污染物浓度（mg/L）；
- b ——不均匀系数（无量纲）。

6.1.3 水力发电

6.1.3.1 核算思路

选用总发电量，作为水力发电实物量的评价指标。

6.1.3.2 计算公式

按照公式（6）计算。

$$P_t = P_i \times t_i \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- P_t ——总发电量（kw·h）；
- P_i ——水电站平均出力（kw）；
- t_i ——水电站发电时间（h）。

6.1.4 物质供给

6.1.4.1 核算思路

选用一定时间内从跨区域调水系统获取的各类物质产品的数量，包括农业、林业、渔业（淡水）等直接利用的物质产品，作为物质供给实物量的评价指标。

6.1.4.2 计算公式

按照公式（7）计算。

$$E_m = \sum_{i=1}^n E_i \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 E_m ——物质产品总产量（t）；
 E_i ——第*i*种物质产品的产量（t）；
i——物质产品种类，*i*=1，2，…，*n*；
n——物质产品种类数量。

6.1.5 防洪排涝

6.1.5.1 核算思路

选用水库、湖泊、河道等多年平均洪水可调蓄量，作为洪水调蓄实物量的评价指标；选用泵站和水利闸的年排涝量，作为排涝实物量的评价指标。

6.1.5.2 计算公式

泵站和水利闸的年排涝量 C_{pfm} 根据调水枢纽的监测数据获取。
洪水调蓄量通过计算水库、湖泊、河道的洪水调蓄能力得到，按照公式（8）计算。：

$$C_{fm} = C_{rfm} + C_{lfm} + C_{wfm} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 C_{fm} ——洪水调蓄量（ m^3 ）；
 C_{rfm} ——水库洪水调蓄量（ m^3 ）；
 C_{lfm} ——湖泊洪水调蓄量（ m^3 ）；
 C_{wfm} ——河道洪水调蓄量（ m^3 ）。

公式（7）中各分项计算公式如下：

a) 水库洪水调蓄量

方法1：对于无洪水期水库进出水量监测的水库，基于已有防洪库容与总库容之间的数量关系建立经验方程，通过水库总库容构建防洪库容评价模型，按照公式（9）计算。

$$C_{rfm} = \alpha \times C_t \dots\dots\dots (2)$$

式中：
 C_{rfm} ——水库洪水调蓄量（ m^3 ）；
 C_t ——水库总库容量（ m^3 ）；
 α ——经验系数，取值参考附录C中表C.5。

方法2：对于有洪水期水库进出水量监测的水库，通过洪水期水库进出水总量计算，按照公式（10）计算。

$$C_{rfm} = C_1 - C_0 \dots\dots\dots (3)$$

式中：
 C_{rfm} ——水库洪水调蓄量（ m^3 ）；
 C_1 ——洪水期水库进水总量（ m^3 ）；
 C_0 ——洪水期水库出水总量（ m^3 ）。

b) 湖泊洪水调蓄量

方法1: 对于无流量监测数据的湖泊, 基于湖面面积与湖泊换水次数建立湖泊洪水调蓄评价模型, 按照公式 (11) 计算。

$$C_{lfm} = e^{\beta_1} \times A^{\beta_2} \times \beta_3 \times 10^4 \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- C_{lfm} ——湖泊洪水调蓄量 (m³);
- A ——湖泊面积 (km²);
- β_1 ——经验系数 (无量纲), 取值参考附录C中表C. 4;
- β_2 ——经验系数 (无量纲), 取值参考附录C中表C. 4;
- β_3 ——经验系数 (无量纲), 取值参考附录C中表C. 4。

方法2: 对于有流量监测数据的湖泊, 按湖泊入湖和出湖流量核算, 按照公式 (12) 计算。

$$C_{lfm} = \int_{t_1}^{t_2} (Q_1 - Q_2) dt \quad (Q_1 > Q_2) \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- C_{lfm} ——湖泊洪水调蓄量 (m³);
- Q_1 ——入湖流量 (m³/s);
- Q_2 ——出湖流量 (m³/s);
- t_1 、 t_2 ——核算起止时间 (s)。

c) 河道洪水调蓄量

按照公式 (13) 计算。

$$C_{wfm} = n \times Q_w \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- C_{wfm} ——河道洪水调蓄量 (m³);
- Q_w ——河道常水位与设计洪水位之间对应的容积 (m³);
- n ——一年河道复蓄次数 (次), 取值参考附录C中表C. 4。

6.1.6 固碳

6.1.6.1 核算思路

选用固定二氧化碳量, 作为固碳服务实物量的评价指标。

6.1.6.2 计算公式

按照公式 (14)、公式 (15) 计算。

$$Q_{CO_2} = \sum_{i=1}^n Q_{iCO_2} \dots\dots\dots (1)$$

$$Q_{iCO_2} = \frac{M_{CO_2}}{M_C} \times (VSCR + SCSR) \times A_i \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Q_{CO_2} ——跨区域调水系统总固碳量（t）；
 Q_{iCO_2} ——第*i*类生态系统固碳量（t）；
 A_i ——第*i*类生态系统面积（hm²）；
 M_{CO_2}/M_C ——CO₂与C的分子量之比，即44/12；
 $VSCR$ ——植被固碳速率（t/hm²），取值可参考附录C中表C.1；
 $SCSR$ ——土壤固碳速率（t/hm²），取值可参考附录C中表C.1。
i——生态系统类别，*i*=1, 2, …, *n*；
n——生态系统种类数量。

6.1.7 土壤保持

6.1.7.1 核算思路

选用土壤保持量作为生态系统土壤保持实物量的评价指标。

6.1.7.2 计算公式

按照公式（16）计算。

$$Q_{sr} = \sum_{i=1}^n R_i \times K_i \times L_i \times S_i \times (1 - C_i) \times A_i \cdots \cdots (1)$$

式中：

Q_{sr} ——土壤保持总量（t）；
 R_i ——降雨侵蚀力因子（MJ·mm/（hm²·h））；
 K_i ——土壤可蚀性因子（t·hm²·h /（hm²·MJ·mm））；
 L_i ——坡长因子（无量纲）；
 S_i ——坡度因子（无量纲）；
 C_i ——植被覆盖因子（无量纲），取值参考附录C中表C.2；
 A_i ——第*i*类生态系统的面积（hm²）；
i——核算单元，*i*=1, 2, …, *n*；
n——核算单元数量。

6.1.8 防风固沙

6.1.8.1 核算思路

选用通过生态系统减少的风蚀量作为防风固沙的实物量评价指标，通过经修正的风力侵蚀模型计算。

6.1.8.2 计算公式

按照公式（17）计算。

$$Q_{sf} = \sum_{i=1}^n \left[0.1699 \times (WF_i \times EF_i \times SCF_i \times K'_i)^{1.3711} \times (1 - C_i^{1.3711}) \times A_i \right] \cdots \cdots (1)$$

式中：

Q_{sf} ——防风固沙量（t）；
 A_i ——核算单元*i*的面积（km²）；
 WF_i ——核算单元*i*的气候侵蚀因子（kg/m）；

EF_i ——核算单元*i*的土壤侵蚀因子（无量纲）；
 SCF_i ——核算单元*i*的土壤结皮因子（无量纲）；
 K_i' ——核算单元*i*的地表糙度因子（无量纲）；
 C_i ——核算单元*i*的植被覆盖因子（无量纲）；
 i ——核算单元， $i=1, 2, \dots, n$ ；
 n ——核算单元数量。

6.1.9 空气净化

6.1.9.1 核算思路

如果空气污染物浓度未超过环境空气功能区质量标准，选用各类大气污染物排放量作为空气净化实物量的评价指标；如果空气污染物浓度超过环境空气功能区质量标准，选用大气污染物净化量作为空气净化实物量的评价指标。

6.1.9.2 计算公式

方法1：如果空气污染物浓度未超过环境空气功能区质量标准，按照公式（18）计算。

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

式中：
 Q_{ap} ——生态系统空气净化总量（t）；
 Q_i ——第*i*类大气污染物的排放量（t）；
 i ——大气污染物类别， $i=1, 2, \dots, n$ ；
 n ——大气污染物类别数量。

方法2：如果空气污染物浓度超过环境空气功能区质量标准，按照公式（19）计算。

$$Q_{ap} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m A_j \times q_i \dots\dots\dots (2)$$

式中：
 Q_{ap} ——生态系统空气净化总量（t）；
 A_j ——第*j*类生态系统面积（hm²）；
 q_i ——第*j*类生态系统对第*i*类大气污染物的净化量（t/hm²），取值参考附录C中表C.3；
 i ——大气污染物类别， $i=1, 2, \dots, n$ ；
 n ——大气污染物类别数量；
 j ——生态系统类型， $j=1, 2, \dots, m$ ；
 m ——生态系统类型数量。。

6.1.10 旅游康养

6.1.10.1 核算思路

选用核算区域内旅游景区游客、康养机构入住人员的总人次，作为生态系统旅游康养服务实物量的评价指标。

6.1.10.2 计算公式

按照公式（20）计算。

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

式中：
 N_t ——景区游客、康养机构入住人员总人次（人·次）；
 N_{ti} ——第*i*个景区、康养机构的人次（人·次）；
i——景区或康养机构，*i*=1，2，...，*n*；
n——景区和康养机构数量。

6.1.11 休闲游憩

6.1.11.1 核算思路

选用核算区域内公共休憩场所来往总人时，作为生态系统休憩服务实物量的评价指标。

6.1.11.2 计算公式

直接获取各休闲区人时数，按照公式（21）计算。

$$N_{pt} = \sum_{i=1}^n N_{pti} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 N_{pt} ——休闲游憩总人时（人·时）；
 N_{pti} ——第*i*个休闲区人时数（人·时）；
i——休闲区类别，*i*=1，2，...，*n*；
n——休闲区数量。

6.1.12 科普教育

6.1.12.1 核算思路

选用科普基地每年接待游客总人次，作为生态系统科普教育服务实物量的评价指标。

6.1.12.2 计算公式

按照公式（22）计算。

$$N_e = \sum_{i=1}^n N_{ei} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 N_e ——科普基地每年接待游客总人次（人·次）；
 N_{ei} ——第*i*个科普基地接待游客人次（人·次）；
i——科普基地类别，*i*=1，2，...，*n*；
n——科普基地数量。

6.2 价值量核算

6.2.1 调水供给

6.2.1.1 核算思路

根据调水贡献量、供水价格计算调水供给价值量。

6.2.1.2 计算公式

按照公式（23）计算。

$$V_{cwi} = W_i \times K \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

- V_{cwi} ——第*i*个调水区域供水价值（元）；
- W_i ——第*i*个调水区域调水贡献量（ m^3 ）；
- i*——拟计算的区段编号；
- K*——受水地单位用水价格（元/ m^3 ），根据《水利工程供水定价成本监审办法》并结合供水工程特点确定，对于南水北调东线工程取值可参考附录C中表C.4。

6.2.2 水质保障

6.2.2.1 核算思路

水质保障价值分两个维度核算，分别列示。

- （1）水质净化服务价值：反映生态系统对水体的自然净化贡献，采用替代成本法，纳入生态产品价值核算口径，可横向比较；
- （2）水质保障付出价值：反映核算区域为保障调水水质而额外发生的保护投入与发展代价，采用成本价值法，作为生态保护补偿测算依据。水质保障付出价值仅计入“为保障调水水质而额外发生”的投入，即若区域不承担调水源头功能则不会发生的投入，常规环保支出不纳入核算。

6.2.2.2 计算公式

维度1：水质净化服务价值，按照公式（24）计算。

$$V_{wp} = \sum_{i=1}^n Q_i \times C_i \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

- V_{wp} ——水质净化价值（元/a）；
- Q_i ——第*i*类污染物自然净化量（t/a）；
- C_i ——第*i*类污染物的单位治理成本（元/t）；
- i*——污染物类别，*i*=1，2，...，*n*；
- n*——污染物类别数量。

维度2：水质保障付出价值，按照公式（25）计算。

$$V_{wq} = C_t + C_x \cdots \cdots \cdots (2)$$

式中：

- V_{wq} ——水质保障价值（元）；
- C_t ——水环境保护实际成本（元），包括为保障水质而实施的水环境治理工程等成本，以及拆除的化工、码头、船厂等企业不能正常运营带来的沉没成本；
- C_x ——区域发展机会损失（元）。

公式（25）中各分项按照公式（26）、公式（27）计算。

$$C_t = \sum_{i=1}^m (C_{ti} + C_{mi}) \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中：

C_{ti} ——第*i*年保障水质而实施的水环境治理工程成本（元），各工程投入按照服务年限折算平均年成本；

C_{mi} ——第*i*年拆除的化工、码头、船厂等企业不能正常运营带来的沉没成本（元），沉没成本影响根据年限折算平均年成本；

i ——工程或拆除工作实施的年份， $i=1, 2, \dots, m$ ；

m ——工程或拆除工作实施的总年数。

$$C_x = (G_0 - G_1) \times \alpha \times N_1 \cdots \cdots \cdots (4)$$

式中：

G_0 ——对比区域的人均生产总值（万元）；

G_1 ——上游源区或类似地区人均生产总值（万元）；

α ——补偿系数（无量纲），即对区域财政收入的影响系数；

N_1 ——上游源或类似地区人口数（万人）。

6.2.3 水力发电

6.2.3.1 核算思路

根据总发电量，计算水力发电带来的价值。

6.2.3.2 计算公式

按照公式（28）计算。

$$V_{pt} = P_t \times k_p \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

V_{pt} ——水力发电带来的价值（元）；

P_t ——总发电量（kw·h）；

k_p ——单位发电量价值（元/（kw·h）），依据SL 72-2013《水利建设项目经济评价规范》并结合地方水力发电上网收费标准确定，可适当考虑绿电价值。

6.2.4 物质供给

6.2.4.1 核算思路

运用市场价值法核算跨区域调水系统核算范围内物质供给价值。

6.2.4.2 计算公式

按照公式（29）计算。

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

式中：

- V_g ——物质产品供给价值（元）；
- E_i ——第*i*种物质产品的产量（t）；
- P_i ——第*i*种物质产品的价格（元/t）；
- i*——物质产品种类，*i*=1，2，...，*n*；
- n*——物质产品种类数量。

6.2.5 防洪排涝

6.2.5.1 核算思路

运用替代成本法，即水库的建设和运营成本、泵站排涝的运行维护成本，核算跨区域调水系统的防洪排涝价值。

6.2.5.2 计算公式

按照公式（30）计算。

$$V_{tfm} = V_{fm} + V_{pfm} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- V_{tfm} ——防洪排涝价值（元）；
- V_{fm} ——洪水调蓄价值（元）；
- V_{pfm} ——排涝价值（元）。

公式（30）中各分项按照公式（31）、公式（32）计算。

$$V_{fm} = C_{fm} \times (C_{we} + P_{we} \times D_r) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- V_{fm} ——洪水调蓄价值（元）；
- C_{fm} ——洪水调蓄量（m³）；
- C_{we} ——单位库容的年运营成本（元/m³），取值参考附录C中表C.5；
- P_{we} ——单位库容的工程造价（元/m³），取值参考附录C中表C.5；
- D_r ——水库年折旧率（无量纲），取值参考附录C中表C.5。

$$V_{pfm} = C_{pfm} \times C_{pe} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- V_{pfm} ——排涝价值（元）；
- C_{pfm} ——排涝量（m³）；
- C_{pe} ——单位排涝量的运行维护成本（元/m³），取值参考附录C中表C.5。

6.2.6 固碳

6.2.6.1 核算思路

运用市场价值法，核算跨区域调水系统固碳价值。

6.2.6.2 计算公式

按照公式（33）计算。

$$V_{cf} = Q_{CO_2} \times C_{CO_2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- V_{cf} ——为固碳总价值（元）；
- Q_{CO_2} ——为二氧化碳固定总量（t）；
- C_{CO_2} ——为碳交易价格（元/t）。

6.2.7 土壤保持

6.2.7.1 核算思路

土壤保持功能价值量通过减少泥沙淤积和减少面源污染两个方面进行评价。

6.2.7.2 计算公式

按照公式（33）计算。

$$V_{sr} = V_{sd} + V_{dpd} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- V_{sr} ——土壤保持价值（元）；
- V_{sd} ——减少泥沙淤积价值（元）；
- V_{dpd} ——减少面源污染价值（元）。

公式（33）中的各分项按照公式（34）、公式（35）计算。

$$V_{sd} = \lambda \times \frac{Q_{sr}}{\rho} \times C \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- V_{sd} ——减少泥沙淤积价值（元）；
- Q_{sr} ——土壤保持总量（t）；
- C ——单位水库清淤工程费用（元/m³）；
- ρ ——土壤容重（t/m³）；
- λ ——泥沙淤积系数（无量纲）。

$$V_{dpd} = \sum_{i=1}^n Q_{sr} \times C_i \times P_i \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- V_{dpd} ——减少面源污染价值（元）；
- Q_{sr} ——土壤保持总量（t）；
- i ——土壤中污染物类别， $i=1, 2, \dots, n$ ；

C_i ——土壤中第*i*类污染物的纯含量（%）；
 P_i ——第*i*类污染物单位处理成本（元/t）。

6.2.8 防风固沙

6.2.8.1 核算思路

运用替代成本法中的恢复成本法，即单位面积沙化土地治理费用或单位植被恢复成本，核算区域调水工程防风固沙价值。

6.2.8.2 计算公式

按照公式（37）计算。

$$V_{sf} = \frac{Q_{sf}}{\rho \times h} \times C \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 V_{sf} ——为区域调水工程防风固沙价值（元）；
 Q_{sf} ——为区域调水工程防风固沙量（t）；
 ρ ——为土壤容重（t/m³）；
 h ——为土壤沙化覆沙厚度（m）；
 C ——为单位治沙工程的成本或单位植被恢复成本（元/m²）。

6.2.9 空气净化

6.2.9.1 核算思路

采用替代成本法，核算二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘等污染物净化价值。

6.2.9.2 计算公式

按照公式（38）计算。

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

式中：
 V_{ap} ——空气净化价值（元）；
 Q_i ——第*i*类大气污染物的净化量（t）；
 C_i ——第*i*类大气污染物的单位治理成本（元/t）；
 i ——大气污染物类别， $i=1, 2, \dots, n$ ；
 n ——大气污染物类别数量。

6.2.10 旅游康养

6.2.10.1 核算思路

采用旅行费用法或市场价值法计算旅游康养价值。

6.2.10.2 计算公式

方法1：旅行费用法，按照公式（39）计算。

$$V_r = N_t \times C_r \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- V_r ——旅游康养价值（元）；
- N_t ——旅游康养服务总人次（人·次）；
- C_r ——游客花费的平均直接旅行费用（元/人·次），包括交通支出、景区入场券、康养机构医疗费用、食宿费用、时间机会成本等。

方法2：市场价值法，按照公式（40）计算。

$$V_r = \sum_{i=1}^n V_i \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- V_r ——旅游康养价值（元）；
- V_i ——第*i*个景区、康养机构的年收入（元）；
- i*——景区或康养机构，*i*=1, 2, ..., *n*；
- n*——景区和康养机构数量。

6.2.11 休闲游憩

6.2.11.1 核算思路

采用替代成本法或直接估价法确定休憩价值。

6.2.11.2 计算公式

方法1：替代成本法，按照公式（41）计算。

$$V_t = N_{pt} \times E \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- V_t ——休憩价值（元）；
- N_{pt} ——休憩总人时（人·时）；
- E ——当地单位时间人均工资（元/（人·时））。

方法2：直接估价法，按照公式（41）计算。

$$V_t = N_{pt} \times n \times v \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- V_t ——休憩价值（元）；
- N_{pt} ——休憩总人时（人·时）；
- n*——游客支付意愿率（%）；
- v*——游客平均支付意愿（元/人）。

6.2.12 科普教育

6.2.12.1 核算思路

采用成本替代法评价科普教育服务价值。

6.2.12.2 计算公式

按照公式（43）计算。

$$V_e = N_e \times C_e \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：
 V_e ——科普教育价值（元）；
 N_e ——科普基地每年接待游客总人次（人·次）；
 C_e ——人均科普经费（元/人·次）。

7 数据质量保证和控制

7.1 数据的获取

- 7.1.1 制定数据获取的技术步骤和细则。
- 7.1.2 对从事数据获取和数据分析的相关人员进行培训。
- 7.1.3 详细记录数据获取工作的过程，保留并归档原始记录、修正记录、验证记录。

7.2 数据录入和分析

- 7.2.1 围绕实物量和价值量核算，建立自动化核算表格。
- 7.2.2 制定数据录入指南，推动录入数据标准化，确保录入数据的准确性和一致性。
- 7.2.3 定期对录入数据开展监测，对可能产生的数据误差进行识别，并提出相应的解决方案。

7.3 数据归档

- 7.3.1 所有纸质版与电子版原始数据及图件应存档并保留备份。
- 7.3.2 实物量核算和价值量核算过程、核算结果应存档并保留备份。

附 录 A
(规范性)

跨区域调水系统生态产品价值核算流程

跨区域调水系统生态产品价值核算流程见图A. 1。

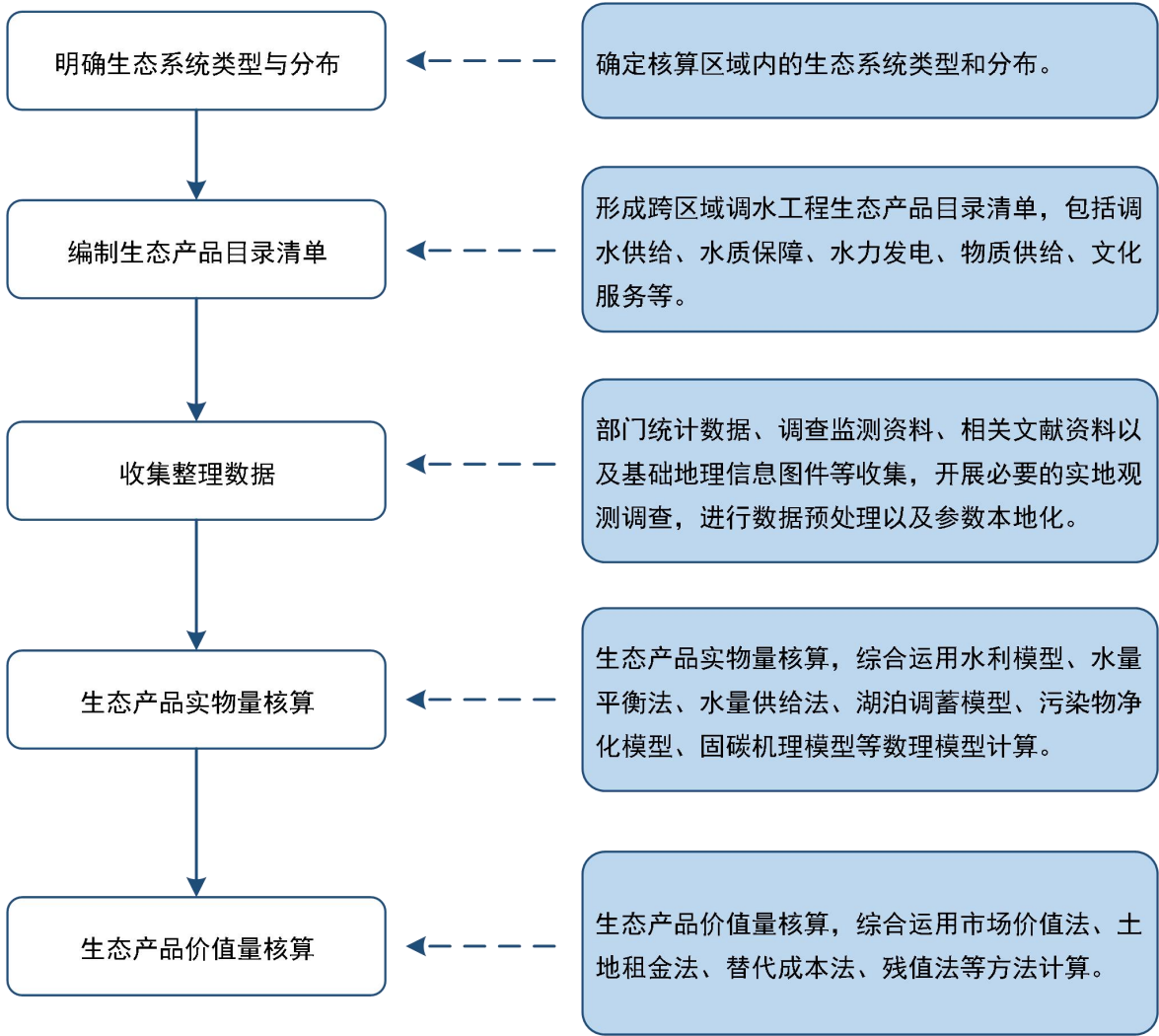


图 A. 1 跨区域调水系统生态产品价值核算流程

附 录 B
(规范性)
跨区域调水系统生态产品清单

跨区域调水系统生态产品清单详见表B. 1。

表 B. 1 跨区域调水系统生态产品清单

序号	一级指标	二级指标		指标说明
1	物质供给	调水供给		工程实施后，跨区域水资源调度，为受水地区农业、工业等发展带来的水资源供给
2		水力发电		工程实施后，洪水调蓄期间，水利枢纽利用泄洪水发电带来的物质供给
3		其他物质供给	渔业资源	工程红线范围生态系统提供的鱼类、贝类等渔业产品
			农业资源	工程红线范围生态系统提供的稻谷、小麦、玉米等农产品
			林业资源	工程红线范围生态系统提供的木材、竹材等林木产品
4	调节服务	水质保障		工程实施前后，通过截污导流、污染企业码头等搬迁，确保调水区域水质达到标准要求，带来的生态价值
5		防洪排涝	洪水调蓄	工程红线范围内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
			排涝	工程实施后，调水枢纽在洪水期主动排涝，减轻洪水危害的功能
6		固碳		工程红线范围内生态系统吸收二氧化碳，将碳固定在植物和土壤中，降低大气中二氧化碳浓度的功能
7		土壤保持		工程红线范围内生态系统通过其结构与过程保护土壤，降低雨水的侵蚀能力，减少土壤流失的功能
8		防风固沙		工程红线范围内生态系统通过增加土壤抗风能力，降低风力侵蚀和风沙危害的功能
9		空气净化		工程红线范围内生态系统吸收、阻滤大气中的污染物，降低空气污染浓度，改善空气环境的功能
10	文化服务	旅游康养		工程实施后，生态系统为人类提供旅游、观光、娱乐服务，使其获得审美享受、身心恢复等非物质惠益
11		休闲游憩		工程实施后，新增公园绿地等空间为人类提供休闲、运动服务，使其获得精神放松、心情愉悦等非物质惠益
12		科普教育		工程实施后，在水情教育、科学研究等领域为人类提供的功能

附录 C
(资料性)
生态产品价值核算数据清单

C.1 生态产品价值核算数据清单

C.1.1 扬州市各类植被固碳速率

扬州市各类植被固碳速率见表C.1。

表 C.1 扬州市各类植被固碳速率

植被类型	固碳速率 (t/ (hm ² ·a))
森林及灌丛	0.815
草地	0.024
湿地	56.67
土壤	0.213

C.1.2 不同生态系统类型的植被覆盖因子赋值

不同生态系统类型的植被覆盖因子赋值见表C.2。

表 C.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

C.1.3 生态系统对大气污染物单位面积净化量

各类生态系统对各类大气污染物单位面积净化量见表C.3。

表 C.3 各类生态系统对各类大气污染物单位面积净化量

生态系统类型			SO ₂ 净化量	NO _x 净化量	粉尘净化量
一级	二级	三级	t/ (km ²)	t/ (km ²)	t/ (km ²)
森林生态系统	阔叶林	常绿阔叶林	5.75	3.52	11.76
		落叶阔叶林	3.38	2.35	8.41
	针叶林	常绿针叶林	5.04	3.52	20.18
		落叶针叶林	3.38	2.35	10.08
	针阔混交林	针阔混交林	5.09	2.46	16.80
	稀疏林	稀疏林	3.60	2.26	10.76
	阔叶灌丛	常绿阔叶灌木林	4.03	2.64	11.76
		落叶阔叶灌	2.94	1.57	7.88

生态系统类型			SO ₂ 净化量	NO _x 净化量	粉尘净化量
		木林			
	针叶灌丛	常绿针叶灌木林	3.73	2.35	10.08
	稀疏灌丛	稀疏灌木林	2.81	1.75	7.93
草原生态系统	草甸	草甸	3.60	2.56	10.60
	草原	草原	2.94	1.57	8.41
	草丛	草丛	2.94	1.57	8.41
	稀疏草地	稀疏草地	2.54	1.52	7.18
湿地生态系统	沼泽	森林沼泽	4.03	1.97	10.08
		灌丛沼泽	3.11	1.52	7.41
		草本沼泽	2.85	1.32	6.73
	湖泊	湖泊	7.06	0.00	10.08
		水库/坑塘	7.06	0.00	10.08
	河流	河流	7.06	0.00	10.08
		运河/水渠	7.06	0.00	10.08
农田生态系统	耕地	水田	4.03	2.75	8.87
		旱地	2.50	1.57	8.41
	园地	乔木园地	3.38	2.56	8.41
		灌木园地	3.16	2.17	6.17
城市生态系统	城市绿地	乔木绿地	3.60	2.26	10.76
		灌木绿地	2.81	1.75	7.93
		草本绿地	2.54	1.52	7.18

C.1.4 南水北调东线工程各口门供水价格

南水北调东线工程各口门供水价格见表C.3。

表 C.4 南水北调东线工程各口门供水价格表

区段划分	区段内各口门供水价格（元/m ³ ）		
	综合水价	基本水价	计量水价
南四湖以南	0.36	0.16	0.2
南四湖下级湖	0.63	0.28	0.35
南四湖上级湖（含）至长沟泵站前	0.73	0.33	0.4
长沟泵站后至东平湖（含）	0.89	0.4	0.49
东平湖至临清邱屯闸	1.34	0.69	0.65
临清邱屯闸至大屯水库	2.24	1.09	1.15
东平湖以东	1.65	0.82	0.83
注：来源于《国家发展改革委关于南水北调东线一期工程运行初期供水价格政策的通知》（发改价格〔2014〕30号）。			

C.1.5 防洪排涝相关参数

防洪排涝相关参数见表C.4。

表 C.5 防洪排涝相关参数参考表

序号	参数类型	参考取值
1	水库防洪库容经验系数 α	0.29
2	湖泊洪水调蓄经验系数 β_1	4.924
3	湖泊洪水调蓄经验系数 β_2	1.128
4	湖泊洪水调蓄经验系数 β_3	3.19
5	一年河道复蓄次数	丰水年取2.3，平水年取1.5，枯水年取1.1
6	水库单位库容工程造价（元/m ³ ）	103.11
7	水库单位库容的运营成本（元/m ³ ）	0.3
8	水库年折旧率	2%
9	泵站排涝运行维护费用（元/m ³ ）	0.03

参 考 文 献

- [1] GB 3095-2012 环境空气质量标准
 - [2] GB 3838-2002 地表水环境质量标准
 - [3] GB/T 31118 土地生态服务评估 原则与要求
 - [4] GB/T 38582-2020 森林生态系统服务功能评估规范
 - [5] TD/T 1061-2021 自然资源价格评估通则
 - [6] 国家发展改革委令第55号 水利工程供水定价成本监审办法
 - [7] 发改基础〔2022〕481号 生态产品总值核算规范（试行）
-