

### 三江源生态保护和建设生态效果评估 技术规范

Technical Specification of Ecological Effects Assessment of Ecosystem Protection  
and Recovery Projects in San Jiang Yuan Region

2015 - 02 - 09 发布

2015 - 03 - 15 实施

青海省质量技术监督局 发布  
青海省环境保护厅



## 目 次

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 前言 .....                          | II |
| 1 范围 .....                        | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....                   | 1  |
| 3 术语和定义 .....                     | 1  |
| 4 评估指标体系 .....                    | 4  |
| 5 数据源及指标计算方法 .....                | 5  |
| 6 生态保护和建设生态效果评估 .....             | 5  |
| 7 评估结论 .....                      | 17 |
| 附录 A（资料性附录） 土地覆被与生态系统遥感分类体系 ..... | 18 |
| 附录 B（资料性附录） 数据源 .....             | 21 |
| 附录 C（规范性附录） 评价指标计算方法 .....        | 23 |
| 附录 D（规范性附录） 参数变化统计表 .....         | 35 |



## 前 言

本标准按照GB/T1.1-2009标准给出的规则编写。

本标准由青海省环境保护厅提出并归口。

本标准主要起草单位：青海省生态环境遥感监测中心，中国科学院地理科学与资源研究所。

本标准参加起草单位：青海省环境监测中心站、青海省草原总站、青海省林业调查规划院、青海省水文水资源勘测局、青海省气象科学研究所、青海省水土保持局。

本标准主要起草人：邵全琴、樊江文、刘纪远、曹巍、黄麟、葛劲松、吴丹、巩国丽、李志强、徐新良、田俊量、聂学敏、鲁子豫、罗淑英、王立亚、李其江、唐洪波、张富强、祁永刚、杨永顺、颜亮东。

本标准由青海省质量技术监督局2015年02月09日批准。

本标准自2015年03月15日起实施。

本标准由青海省环境保护厅解释。



# 三江源生态保护和建设生态效果评估技术规范

## 1 范围

本标准规定了三江源生态保护和建设生态效果评估的数据来源、评估指标体系、评估指标的计算方法、评估分析方法等。

本标准适用于三江源区生态保护和建设的生态效果评估及区域生态本底评估。

## 2 规范性引用文件

本标准引用了下列标准内容。如下列标准被修订，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

|             |                |
|-------------|----------------|
| GB3838      | 地表水环境质量标准      |
| GB15618     | 土壤环境质量标准       |
| GB3095      | 环境空气质量标准       |
| LY/T 1721   | 森林生态系统服务功能评估规范 |
| DB63/T 993  | 三江源生态监测技术规范    |
| DB63/T 1176 | 草地合理载畜量计算      |

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

#### 三江源区

指青海三江源生态保护和建设工程实施区域，即青海三江源国家生态保护综合试验区。

### 3.2

#### 生态保护和建设工程

运用生态学原理和现代科学技术手段，对优良生态系统进行保护，以及对退化生态系统进行恢复重建的工程项目，简称生态工程。

### 3.3

#### 生态保护和建设生态效果

指被评价区域通过生态保护和建设工程的实施，生态系统得到恢复的效果。

### 3.4

#### 生态保护和建设生态效果评估

指采用科学合理的方法，分析和评价生态保护和建设工程实施后区域生态状况变化情况，以及所达到预期目标和指标的实现状况。

### 3.5

#### 生态本底

指被评价区域生态工程实施前5~10年或更长时间的生态系统平均状况，以及变化趋势。

### 3.6

#### 背景年

指被评价区域生态工程的生态本底评估起始年份。

### 3.7

#### 基准年

指被评价区域生态工程实施的前一年。

### 3.8

#### 评估年

指被评价区域生态工程实施后开展生态评估的年份，可以是工程实施期间的某一年，或工程结束的年份。

### 3.9

#### 生态系统宏观结构

指被评价区域生态系统各类型的组成状况与面积占比。

### 3.10

#### 生态系统质量

指被评价区域生态系统状况的优劣程度。

### 3.11

#### 生态系统服务功能

生态系统与生态过程所形成及维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用(见LY/T 1721)，本规范涉及的生态系统服务功能主要包括水源涵养、土壤保持、防风固沙、牧草供给、水供给等。

### 3.12

#### 生态系统变化动态度

指表征生态系统类型发生变化的指数。

### 3.13

#### 土地覆被状况指数 Land Cover Situation Index (LCSI)



土地覆被状况指数是用来衡量评价区域土地覆被状况的指数。

### 3.14

#### 土地覆被转类指数 Land Cover Change Index (LCCI)

土地覆被转类指数是定量表征评价区域土地覆被与宏观生态状况转好或转差程度的指数。

### 3.15

#### 草地退化状况变化指数 Grassland Degradation Change Index (GDCI)

草地退化状况变化指数是反映评价区域草地生态系统退化状况变化的指数。

### 3.16

#### 水源涵养量

与裸地相比较，森林、草地等生态系统涵养水分的增加量。

### 3.17

#### 水源涵养服务功能保有率

指被评价区域某类生态系统水源涵养量达到同类最优生态系统水源涵养量的水平。

### 3.18

#### 夏汛期河流径流调节系数

指被评价区域生态系统夏汛期调节河流径流的能力。

### 3.19

#### 土壤保持量

指被评价区域无植被保护下的潜在土壤侵蚀量与现实植被覆被状态下的土壤侵蚀量的差值。

### 3.20

#### 土壤保持服务功能保有率

指被评价区域某类生态系统土壤保持量达到同类最优生态系统土壤保持量的水平。

### 3.21

#### 防风固沙量

指被评价区域无植被状况下的潜在土壤风蚀量与现实植被覆盖条件下的土壤风蚀量的差值。

### 3.22

#### 防风固沙服务功能保有率

指被评价区域某类生态系统防风固沙量达到同类最优生态系统防风固沙量的水平。

## 3.23

## 生态系统质量变化指数 Ecosystem Quality Change Index (EQCI)

生态系统质量变化指数是反映评价区域生态系统质量变化状况的综合指数。

## 3.24

## 生态系统服务功能变化指数 Ecosystem Service Change Index (ESCI)

生态系统服务功能变化指数是反映评价区域生态系统服务功能变化状况的综合指数。

## 3.25

生态系统变化的生态工程影响指数 Impact of Ecological Project on Ecosystem Change (EPECI<sub>p</sub>)

生态系统变化的生态工程影响指数是反映生态工程对评价区域生态系统变化影响的综合指数。

## 3.26

## 生态系统变化的生态工程贡献率 Contribution of Ecological Project on Ecosystem Change (CEPEC)

生态系统变化的生态工程贡献率是反映生态工程对评价区域生态系统变化贡献率的综合指数。

## 4 评估指标体系

包括生态系统宏观结构、质量、服务功能及变化影响因素等四个类别，见表1。

表1 三江源生态保护和建设工程生态效果评估指标体系

| 指标类别     | 评估指标     |  |
|----------|----------|--|
|          | 一级指标     | 二级指标   |
| 生态系统宏观结构 | 生态系统宏观结构 | 生态系统分类面积、变化率、动态度 (S)   |
|          |          | 生态系统宏观结构变化指数 (EMSCI)   |
| 生态系统质量   | 草地退化与恢复  | 草地退化与恢复分类面积、草地退化与恢复分类面积占比、草地退化状况变化指数 (GDCI)                  |
|          | 植被状况     | 植被生物量、植被覆盖度 ( $F_c$ )、植被净初级生产力 (NPP)、植被状况变化指数 (VCCI)         |
|          | 宏观生态状况   | 土地覆被状况指数 (LCSI)、土地覆被转类指数 (LCCI)                              |
|          | 植物物种多样性  | 物种丰富度、物种重要值 (P)、多样性指数 (H')、均匀度指数 (J)                         |
|          | 环境质量     | 地表水环境质量指数 ( $WI_i$ )、土壤环境质量指数 ( $SI_i$ )、环境空气质量指数 ( $AI_i$ ) |
|          |          | 多年冻土上限深度   |
|          |          | 生态系统质量变化指数 (EQCI)  |
| 生态系统服务功能 | 水源涵养     | 枯水季河流径流量、水源涵养量 (W)、水源涵养服务功能保有率 (WP)、夏汛期河流径流调节系数 (RS)         |
|          | 土壤保持     | 河流径流含沙量、土壤水蚀模数 (A)、土壤保持量 (SK)、土壤保持服务功能保有率 (SP)               |

|             |                         |  |
|-------------|-------------------------|--|
|             | 防风固沙                    | 土壤风蚀模数 ( $SL$ )、防风固沙量 ( $FS$ )、防风固沙服务功能保有率 ( $FP$ )        |
|             | 牧草供给                    | 草地产草量 ( $GY$ )、草地理论载畜量 ( $C_l$ )                           |
|             | 水供给                     | 河流径流量、湖泊面积、湖泊水量、冰川面积、地下水资源量                                |
|             | 生态系统服务功能变化指数 ( $ESCI$ ) |  |
| 生态系统变化的影响因素 | 气候变化                    | 气温、降水、湿润系数   |
|             | 人类活动                    | 生态工程、草地载畜压力指数 ( $I_p$ )                                    |
|             | 生态工程和气候变化贡献率            | 生态系统变化的工程影响指数 ( $EPECI_p$ )                                |
|             |                         | 评价参数 (植被净初级生产力、水源涵养功能、土壤保持功能、防风固沙功能) 变化的生态工程贡献率 ( $EPC$ )  |
|             |                         | 评价参数 (植被净初级生产力、水源涵养功能、土壤保持功能、防风固沙功能) 变化的气候变化贡献率 ( $CEPC$ ) |

## 5 数据源及指标计算方法

评估使用的数据主要包括：遥感监测数据（遥感解译土地利用/覆被分类与生态系统类型数据转换见附录A）、三江源生态监测站网获得的地面监测数据（见DB63/T993）和调查统计数据（见附录B）。

评估指标计算方法见附录C。

评估指标参数变化统计见附录D。

## 6 生态保护和建设生态效果评估

### 6.1 生态系统宏观结构变化评价

#### 6.1.1 生态系统宏观结构变化

根据评价区域各类生态系统面积变化的统计结果（见D.1、D.2），判断各类生态系统变化程度（见表2），对评价区域各类生态系统面积变化进行归一化（见表3、表4），计算生态系统宏观结构变化指数 ( $EMSCI$ )。

表2 各类生态系统面积变化程度分级

| 类别        | 判别等级 |         |        |       |      |      |       |       |      |
|-----------|------|---------|--------|-------|------|------|-------|-------|------|
|           | <-15 | -15~-10 | -10~-5 | -5~-1 | -1~1 | 1~5  | 5~10  | 10~15 | ≥15  |
| 面积变化率 (%) | <-15 | -15~-10 | -10~-5 | -5~-1 | -1~1 | 1~5  | 5~10  | 10~15 | ≥15  |
| 变化程度      | 显著减少 | 明显减少    | 较明显减少  | 微弱减少  | 基本持平 | 微弱增加 | 较明显增加 | 明显增加  | 显著增加 |

表3 湿地、森林、草地生态系统面积变化程度归一化表

| 类别        | 判别等级 |         |        |       |      |      |       |       |      |
|-----------|------|---------|--------|-------|------|------|-------|-------|------|
|           | <-15 | -15~-10 | -10~-5 | -5~-1 | -1~1 | 1~5  | 5~10  | 10~15 | ≥15  |
| 面积变化率 (%) | <-15 | -15~-10 | -10~-5 | -5~-1 | -1~1 | 1~5  | 5~10  | 10~15 | ≥15  |
| 变化程度      | 显著减少 | 明显减少    | 较明显减少  | 微弱减少  | 基本持平 | 微弱增加 | 较明显增加 | 明显增加  | 显著增加 |
| 归一化值      | 1    | 2       | 3      | 4     | 5    | 6    | 7     | 8     | 9    |

表4 荒漠、农田、其他生态系统面积变化程度归一化表

| 类别        | 判别等级 |       |       |      |      |       |        |         |      |
|-----------|------|-------|-------|------|------|-------|--------|---------|------|
|           | >15  | 10~15 | 5~10  | 1~5  | -1~1 | -5~-1 | -10~-5 | -15~-10 | ≤-15 |
| 面积变化率 (%) | >15  | 10~15 | 5~10  | 1~5  | -1~1 | -5~-1 | -10~-5 | -15~-10 | ≤-15 |
| 变化程度      | 显著增加 | 明显增加  | 较明显增加 | 微弱增加 | 基本持平 | 微弱减少  | 较明显减少  | 明显减少    | 显著减少 |
| 归一化值      | 1    | 2     | 3     | 4    | 5    | 6     | 7      | 8       | 9    |

生态系统宏观结构变化指数 ( $EMSCI$ ) 计算见公式 (1) :

$$EMSCI = 0.25EMSC_W + 0.1EMSC_F + 0.2EMSC_G + 0.15EMSC_D + 0.1EMSC_C + 0.1EMSC_R + 0.1EMSC_O \dots (1)$$

式中:

$EMSCI$  — 生态系统宏观结构变化指数;

$EMSC_W$  — 湿地生态系统面积变化程度归一化值;

$EMSC_F$  — 森林生态系统面积变化程度归一化值;

$EMSC_G$  — 草地生态系统面积变化程度归一化值;

$EMSC_D$  — 荒漠生态系统面积变化程度归一化值;

$EMSC_C$  — 农田生态系统面积变化程度归一化值;

$EMSC_R$  — 聚落生态系统面积变化程度归一化值;

$EMSC_O$  — 其他生态系统面积变化程度归一化值。

用生态系统宏观结构变化指数 ( $EMSCI$ ) , 评价区域生态系统宏观结构变化程度 (见表5) 。

表5 生态系统宏观结构变化指数 ( $EMSCI$ ) 变化评价分级

| 类别    | 判别等级 |      |       |      |      |      |       |      |      |
|-------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|
|       | 1    | 2    | 3     | 4    | 5    | 6    | 7     | 8    | 9    |
| EMSCI | 1    | 2    | 3     | 4    | 5    | 6    | 7     | 8    | 9    |
| 变化程度  | 显著转差 | 明显转差 | 较明显转差 | 微弱转差 | 基本不变 | 微弱转好 | 较明显转好 | 明显转好 | 显著转好 |

### 6.1.2 生态系统变化动态度评价

根据各类生态系统动态度 ( $S$ ) (见C.1) 变化, 评价区域生态系统变化程度 (见表6) 。

表6 生态系统变化动态度 ( $S$ ) 评价分级

| 类别      | 判别等级 |       |       |      |       |       |
|---------|------|-------|-------|------|-------|-------|
|         | <0.1 | 0.1~1 | 1~5   | 5~10 | 10~20 | ≥20   |
| 动态度 (%) | <0.1 | 0.1~1 | 1~5   | 5~10 | 10~20 | ≥20   |
| 变化程度    | 稳定少动 | 微弱变动  | 较明显变动 | 明显变动 | 显著变动  | 极显著变动 |

## 6.2 生态系统质量变化评价

### 6.2.1 生态系统质量变化分类评价

#### 6.2.1.1 草地退化与恢复评价

根据草地退化状况变化指数 ( $GDCI$ ) (见C.2) 统计结果 (见D.4) , 评价区域草地退化和恢复状况 (见表7) 。

表7 草地退化和恢复状况评价表

| 类别              | 判别等级         |               |                |                |                |                 |
|-----------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
|                 | 好转面积<br>变化比例 | 无退化面积<br>变化比例 | 轻度退化<br>面积变化比例 | 中度退化<br>面积变化比例 | 重度退化<br>面积变化比例 | 退化草地总<br>面积变化比例 |
| 退化趋势没有得到遏制      | 不变或减少        | 不变或减少         | 不变或增加          | 不变或增加          | 不变或增加          | 增加              |
| 退化趋势得到初步遏制，局部好转 | 不变或增加        | 不变或增加         | 不变或减少          | 不变或减少          | 不变或减少          | 减少              |
| 退化趋势明显遏制，初步好转   | 增加           | 增加            | 减少             | 减少             | 减少             | 明显减少            |

## 6.2.1.2 基于草地退化状况变化的生态系统质量变化评价

根据草地退化状况变化指数（*GDCI*）变化幅度，判断区域生态系统质量变化程度（见表8）。

表8 基于草地退化状况变化指数的生态系统质量变化判断

| 类别   | 判别等级     |          |           |          |            |          |           |          |          |
|------|----------|----------|-----------|----------|------------|----------|-----------|----------|----------|
|      | <-5      | -5~-2.5  | -2.5~-1   | -1~-0.01 | -0.01~0.01 | 0.01~1   | 1~2.5     | 2.5~5    | ≥5       |
| 变化程度 | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变   | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |
| 归一化值 | 1        | 2        | 3         | 4        | 5          | 6        | 7         | 8        | 9        |

## 6.2.1.3 基于植被状况变化的生态系统质量变化评价

根据植被覆盖度（见C.3）、*NPP*（见C.4）、生物量统计结果（见D.6、D.7、D.8）变化率，判断区域生态系统质量变化程度（见表9）。

表9 基于植被覆盖度、*NPP* 和生物量的生态系统质量变化分类判断

| 类别     | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|--------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|        | <-10     | -10~-5   | -5~-1     | -1~-0.1  | -0.1~0.1 | 0.1~1    | 1~5       | 5~10     | ≥10      |
| 变化率（%） | <-10     | -10~-5   | -5~-1     | -1~-0.1  | -0.1~0.1 | 0.1~1    | 1~5       | 5~10     | ≥10      |
| 变化程度   | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明<br>显转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |
| 归一化值   | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |

用植被状况变化指数（*VCCI*），评价区域生态系统质量变化（见表10）。

植被状况变化指数计算方法见公式（2）：

$$VCCI = 0.4VCCI_{VC} + 0.3VCCI_{NPP} + 0.3VCCI_{VB} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$VCCI$  — 植被状况变化指数；

$VCCI_{VC}$  — 植被覆盖度变化的归一化值；

$VCCI_{NPP}$  — 植被净初级生产力变化的归一化值；

$VCCI_{VB}$  — 植被生物量变化的归一化值。

表10 基于植被状况变化指数的生态系统质量变化评价

| 类别   | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| VCCI | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| 评价结果 | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明<br>显转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |

6.2.1.4 基于宏观生态状况的生态系统质量变化评价

根据土地覆被状况指数（见C.5）、转类指数（见C.6）统计结果（见表D.9、表D.10），判断区域生态系统质量变化程度（见表11、表12）。

表11 基于土地覆被转类指数的生态系统质量变化判断

| 类别       | 判别等级     |          |           |          |            |          |           |          |          |
|----------|----------|----------|-----------|----------|------------|----------|-----------|----------|----------|
| 土地覆被转类指数 | <-5      | -5~-2.5  | -2.5~-1   | -1~-0.01 | -0.01~0.01 | 0.01~1   | 1~2.5     | 2.5~5    | ≥5       |
| 变化程度     | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变   | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |
| 归一化值     | 1        | 2        | 3         | 4        | 5          | 6        | 7         | 8        | 9        |

表12 基于土地覆被状况指数的生态系统质量变化判断

| 类别     | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|--------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| 变化率（%） | <-15     | -15~-10  | -10~-5    | -5~-1    | -1~1     | 1~5      | 5~10      | 10~15    | ≥15      |
| 变化程度   | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |
| 归一化值   | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |

用宏观生态状况变化指数（*MECCI*），评价区域生态系统质量变化（见表13）。

宏观生态状况变化指数计算见公式（3）：

$$MECCI = 0.65MECC_{LCCI} + 0.35MECC_{LCSI} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- MECCI* — 宏观生态状况变化指数；
- MECC<sub>LCCI</sub>* — 土地覆被转类指数的归一化值；
- MECC<sub>LCSI</sub>* — 土地覆被状况指数的归一化值。

表13 基于宏观生态状况变化指数的生态系统质量变化评价

| 类别    | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|-------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| MECCI | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| 评价结果  | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |

6.2.1.5 基于植被组成结构的生态系统质量变化评价

根据植物物种丰富度（见C.8）、物种多样性指数（见C.9）、植被均匀度指数和植被物种重要值（见C.7）的统计结果（见表D.11、表D.12、表D.13和表D.14）变化率，判断区域生态系统质量变化程度（见表14）。

表14 基于植被组成结构的生态系统质量变化分类判断

| 类别      | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|---------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|         | <-15     | -15~-10  | -10~-5    | -5~-1    | -1~1     | 1~5      | 5~10      | 10~15    | ≥15      |
| 变化率 (%) | <-15     | -15~-10  | -10~-5    | -5~-1    | -1~1     | 1~5      | 5~10      | 10~15    | ≥15      |
| 变化程度    | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |
| 归一化值    | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |

用植物物种多样性变化指数 (VCSCI)，评价区域生态系统质量变化 (见表15)。

植物物种多样性变化指数计算见公式 (4)：

$$VCSCI = 0.25VCSC_S + 0.25VCSC_H + 0.25VCSC_{EQ} + 0.25VCSC_{VI} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

VCSCI—植物物种多样性变化指数；

VCSC<sub>S</sub>—植物物种丰富度的归一化值；

VCSC<sub>H</sub>—植物物种多样性指数的归一化值；

VCSC<sub>EQ</sub>—植被均匀度指数的归一化值；

VCSC<sub>VI</sub>—物种重要值的归一化值。

表15 基于植物物种多样性变化指数的生态系统质量变化评价

| 类别    | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|-------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|       | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| VCSCI | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| 评价结果  | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |

#### 6.2.1.6 基于环境质量的生态系统质量变化评价

根据地表水环境质量指数 (见C.10)、土壤环境质量指数 (见C.11) 和环境空气质量指数 (见C.12) 的统计结果 (见表D.15、表D.16和表D.17) 变化率，判断区域生态系统质量变化程度 (见表16)。

表16 基于环境质量指数的生态系统质量变化分类判断

| 类别      | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|---------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|         | >15      | 10~15    | 5~10      | 1~5      | -1~1     | -5~-1    | -10~-5    | -15~-10  | ≤-15     |
| 变化率 (%) | >15      | 10~15    | 5~10      | 1~5      | -1~1     | -5~-1    | -10~-5    | -15~-10  | ≤-15     |
| 变化程度    | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |
| 归一化值    | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |

用环境质量变化指数 (ENQCI)，评价区域生态系统质量变化 (见表17)。

环境质量变化指数计算见公式 (5)：

$$ENQCI = 0.4ENQC_{WQI} + 0.3ENQC_{SQI} + 0.3ENQC_{AQI} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

ENQCI—环境质量变化指数；

ENQC<sub>WQI</sub>—水质指数的归一化值；

ENQC<sub>SQI</sub>—土壤质量指数归一化值；

$ENQCA_{AQI}$ — 环境空气质量指数归一化值。

表17 基于环境质量变化指数的生态系统质量变化评价

| 类别    | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|-------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| ENQCI | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| 评价结果  | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |

6.2.1.7 基于多年冻土深度上限变化的生态系统质量变化评价

根据多年冻土上限深度统计结果（见表D.18）变化率，评价区域生态系统质量变化（见表18）。

表18 基于多年冻土深度上限变化的生态系统质量变化判断

| 类别     | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|--------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| 变化率（%） | >15      | 10~15    | 5~10      | 1~5      | -1~1     | -5~-1    | -10~-5    | -15~-10  | ≤-15     |
| 评价结果   | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |
| 归一化值   | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |

6.2.2 生态系统质量变化综合评价

用生态系统质量变化指数（ $EQCI$ ），对区域生态系统质量变化进行综合评价（见表19）。该指数介于1~9之间，数值大于5表示生态系统质量转好，数值小于5表示生态系统质量转差。

生态系统质量变化指数计算见公式（6）：

$$EQCI = 0.25GDCI + 0.18VCCI + 0.17MECCI + 0.15VCSCI + 0.15ENQCI + 0.1PF \dots\dots (6)$$

式中：

$EQCI$  — 生态系统质量变化指数；

$GDCI$  — 基于草地退化状况变化指数变化的生态系统质量变化等级归一化值；

$VCCI$  — 基于植被状况变化指数变化的生态系统质量变化等级归一化值；

$MECCI$  — 基于宏观生态状况变化的生态系统质量变化等级归一化值；

$VCSCI$  — 基于物种生物多样性指数变化的生态系统质量变化等级归一化值；

$ENQCI$  — 基于环境质量指数变化的生态系统质量变化等级归一化值；

$PF$  — 基于多年冻土上限变化的生态系统质量变化等级归一化值。

表19 生态系统质量变化综合评价

| 类别   | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| EQCI | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| 评价结果 | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |

6.3 生态系统服务功能变化评价

6.3.1 生态系统服务功能变化分类评价

6.3.1.1 生态系统水源涵养服务功能变化评价



根据生态系统水源涵养量（见C.13）、水源涵养服务功能保有率（见C.14）和河流枯水季径流量的统计结果（见表D.19、表D.20和表D.21）变化率，判断区域生态系统水源涵养服务功能变化程度（见表20）。

表20 基于水源涵养量、水源涵养服务功能保有率和河流枯水季径流量的生态系统水源涵养服务功能变化判断

| 类别     | 判别等级 |         |        |       |      |      |       |       |      |
|--------|------|---------|--------|-------|------|------|-------|-------|------|
|        | <-15 | -15~-10 | -10~-5 | -5~-1 | -1~1 | 1~5  | 5~10  | 10~15 | ≥15  |
| 变化率（%） | <-15 | -15~-10 | -10~-5 | -5~-1 | -1~1 | 1~5  | 5~10  | 10~15 | ≥15  |
| 变化程度   | 显著转差 | 明显转差    | 较明显转差  | 微弱转差  | 基本不变 | 微弱转好 | 较明显转好 | 明显转好  | 显著转好 |
| 归一化值   | 1    | 2       | 3      | 4     | 5    | 6    | 7     | 8     | 9    |

根据夏季径流调节系数（见C.15）的统计结果（见表D.22）变化率，判断区域生态系统水源涵养服务功能变化程度（见表21）。

表21 基于夏季径流调节系数的生态系统水源涵养服务功能变化判断

| 类别     | 判别等级 |       |       |      |      |       |        |         |      |
|--------|------|-------|-------|------|------|-------|--------|---------|------|
|        | >15  | 10~15 | 5~10  | 1~5  | -1~1 | -5~-1 | -10~-5 | -15~-10 | ≤-15 |
| 变化率（%） | >15  | 10~15 | 5~10  | 1~5  | -1~1 | -5~-1 | -10~-5 | -15~-10 | ≤-15 |
| 变化程度   | 显著转差 | 明显转差  | 较明显转差 | 微弱转差 | 基本不变 | 微弱转好  | 较明显转好  | 明显转好    | 显著转好 |
| 归一化值   | 1    | 2     | 3     | 4    | 5    | 6     | 7      | 8       | 9    |

用水源涵养服务功能变化指数（ $WRCI$ ），评价区域生态系统水源涵养服务功能变化（见表22）。水源涵养服务功能变化指数计算见公式（7）：

$$WRCI = 0.3WRC_W + 0.3WRC_{WP} + 0.3WRC_{RW} + 0.1WRC_{RS} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$WRCI$ — 水源涵养服务功能变化指数；

$WRC_W$ — 水源涵养量的归一化值；

$WRC_{WP}$ — 水源涵养服务功能保有率的归一化值；

$WRC_{RW}$ — 河流枯水季径流量的归一化值；

$WRC_{RS}$ — 流域夏季径流调节系数的归一化值。

表22 生态系统水源涵养服务功能变化评价

| 类别   | 判别等级 |      |       |      |      |      |       |      |      |
|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|
|      | 1    | 2    | 3     | 4    | 5    | 6    | 7     | 8    | 9    |
| WRCI | 1    | 2    | 3     | 4    | 5    | 6    | 7     | 8    | 9    |
| 评价结果 | 显著转差 | 明显转差 | 较明显转差 | 微弱转差 | 基本不变 | 微弱转好 | 较明显转好 | 明显转好 | 显著转好 |

### 6.3.1.2 生态系统土壤保持服务功能变化评价

根据土壤水蚀模数（见C.16）和河流径流含沙量的统计结果（见表D.23和表D.26）变化率，判断区域生态系统土壤保持服务功能变化程度（见表23）。

表23 基于土壤水蚀模数和河流径流含沙量的生态系统土壤保持服务功能变化判断

| 类别      | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|---------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|         | >15      | 10~15    | 5~10      | 1~5      | -1~1     | -5~-1    | -10~-5    | -15~-10  | ≤-15     |
| 变化率 (%) | >15      | 10~15    | 5~10      | 1~5      | -1~1     | -5~-1    | -10~-5    | -15~-10  | ≤-15     |
| 变化程度    | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |
| 归一化值    | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |

根据土壤保持量（见 C.17）和土壤保持服务功能保有率（见 C.18）的统计结果（见表 D.24 和表 D.25）变化率，判断区域生态系统土壤保持服务功能变化程度（见表 24）。

表24 基于土壤保持量和土壤保持服务功能保有率的生态系统土壤保持服务功能变化判断

| 类别      | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|---------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|         | <-15     | -15~-10  | -10~-5    | -5~-1    | -1~1     | 1~5      | 5~10      | 10~15    | ≥15      |
| 变化率 (%) | <-15     | -15~-10  | -10~-5    | -5~-1    | -1~1     | 1~5      | 5~10      | 10~15    | ≥15      |
| 变化程度    | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |
| 归一化值    | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |

用土壤保持服务功能变化指数（ $SPCI$ ），评价区域生态系统土壤保持服务功能变化（见表25）。土壤保持服务功能变化指数利用计算见公式（8）：

$$SPCI = 0.25SPC_A + 0.25SPC_{SK} + 0.25SPC_{SP} + 0.25SPC_{RS} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- $SPCI$ — 土壤保持服务功能变化指数；
- $SPC_A$ — 土壤水蚀模数的归一化值；
- $SPC_{SK}$ — 土壤保持量的归一化值；
- $SPC_{SP}$ — 土壤保持服务功能保有率的归一化值；
- $SPC_{RS}$ — 河流径流含沙量的归一化值。

表25 生态系统土壤保持服务功能变化评价

| 类别   | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|      | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| SPCI | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| 评价结果 | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |

6.3.1.3 生态系统防风固沙服务功能变化评价

根据土壤风蚀模数（见C.19）的统计结果（见表D.27）变化率，判断区域生态系统防风固沙服务功能变化（见表26）。

表26 基于土壤风蚀模数的生态系统土壤保持服务功能变化判断

| 类别      | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|---------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|         | >15      | 10~15    | 5~10      | 1~5      | -1~1     | -5~-1    | -10~-5    | -15~-10  | ≤-15     |
| 变化率 (%) | >15      | 10~15    | 5~10      | 1~5      | -1~1     | -5~-1    | -10~-5    | -15~-10  | ≤-15     |
| 变化程度    | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |
| 归一化值    | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |

根据防风固沙量（见C.20）和防风固沙服务功能保有率（见C.21）的统计结果（见表D.28和表D.29）变化率，判断区域生态系统防风固沙服务功能变化程度（见表27）。

表27 基于防风固沙量和防风固沙服务功能保有率的生态系统防风固沙服务功能变化判断

| 类别      | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|---------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|         | <-15     | -15~-10  | -10~-5    | -5~-1    | -1~1     | 1~5      | 5~10      | 10~15    | ≥15      |
| 变化率 (%) | <-15     | -15~-10  | -10~-5    | -5~-1    | -1~1     | 1~5      | 5~10      | 10~15    | ≥15      |
| 变化程度    | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |
| 归一化值    | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |

用防风固沙服务功能变化指数 ( $FSCI$ )，评价区域生态系统防风固沙服务功能变化 (见表28)。  
防风固沙服务功能变化指数计算见公式 (9)：

$$FSCI = 0.4FSC_{SL} + 0.3FSC_{FS} + 0.3FSC_{FP} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$FSCI$ — 防风固沙服务功能变化指数；

$FSC_{SL}$ — 土壤风蚀模数的归一化值；

$FSC_{FS}$ — 防风固沙量的归一化值；

$FSC_{FP}$ — 防风固沙服务功能保有率的归一化值。

表28 生态系统防风固沙服务功能变化评价

| 类别   | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|      | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| FSCI | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| 评价结果 | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |

#### 6.3.1.4 生态系统牧草供给服务功能变化评价

根据草地产草量 (见C.22) 和理论载畜量 (见C.23) 的统计结果 (见表D.30和表D.31) 变化率，判断区域生态系统牧草供给服务功能变化程度 (见表29)。

表29 基于草地产草量和理论载畜量的生态系统牧草供给服务功能变化判断

| 类别      | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|---------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|         | <-15     | -15~-10  | -10~-5    | -5~-1    | -1~1     | 1~5      | 5~10      | 10~15    | ≥15      |
| 变化率 (%) | <-15     | -15~-10  | -10~-5    | -5~-1    | -1~1     | 1~5      | 5~10      | 10~15    | ≥15      |
| 变化程度    | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |
| 归一化值    | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |

用牧草供给服务功能变化指数 ( $HSCI$ )，评价区域基于牧草供给服务功能变化指数的生态系统牧草供给服务功能变化 (见表30)。

牧草供给服务功能变化指数计算见公式 (10)：

$$HSCI = 0.5HSC_{GY} + 0.5HSC_{CL} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$HSCI$ — 牧草供给服务功能变化指数；

$HSC_{GY}$ — 草地产草量的归一化值；

$HSC_{CL}$ — 草地理论载畜量的归一化值。

表30 生态系统牧草供给服务功能变化评价

| 类别   | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| HSCI | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| 评价结果 | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |

6.3.1.5 生态系统水供给服务功能变化评价

根据河流径流量、湖泊面积、湖泊水量、冰川面积和地下水资源量的统计结果（见表D.32、表D.33、表D.34、表D.35和表D.36）变化率，分别判断区域生态系统水供给服务功能变化程度（见表31）。

表31 基于河流径流量、湖泊面积、湖泊水量、冰川面积和地下水资源量的  
生态系统水供给服务功能变化判断

| 类别     | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|--------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| 变化率（%） | <-15     | -15~-10  | -10~-5    | -5~-1    | -1~1     | 1~5      | 5~10      | 10~15    | ≥15      |
| 变化程度   | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |
| 归一化值   | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |

用水供给服务功能变化指数(WSCI)，评价区域生态系统水供给服务功能变化（见表32）。  
水供给服务功能变化指数计算见公式（11）：

$$WSCI = 0.2WSC_R + 0.2WSC_{LA} + 0.2WSC_{LW} + 0.2WSC_{GA} + 0.2WSCI_{WB} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

- WSCI — 水供给服务功能变化指数；
- $WSC_R$  — 河流径流量的归一化值；
- $WSC_{LA}$  — 湖泊面积的归一化值；
- $WSC_{LW}$  — 湖泊水量的归一化值；
- $WSC_{GA}$  — 冰川面积的归一化值；
- $WSCI_{WB}$  — 地下水资源量的归一化值。

表32 生态系统水供给服务功能变化评价

| 类别   | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| WSCI | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| 评价结果 | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |

6.3.2 生态系统服务功能变化综合评价

用生态系统服务功能变化指数（ESCI），对区域生态系统服务功能变化进行综合评价（见表33）。  
该指数介于1~9之间，数值大于5表示生态系统服务功能转好，数值小于5表示生态系统服务功能转差。  
生态系统服务功能变化指数计算见公式（12）：

$$ESCI = 0.2WRCI + 0.25SPCI + 0.15FSCI + 0.2HSCI + 0.2WSCI \dots\dots\dots (12)$$

式中：

- ESCI — 生态系统服务功能变化指数；

*WRCI* — 基于水源涵养服务功能变化指数的生态系统服务功能变化等级归一化值；  
*SPCI* — 基于土壤保持服务功能变化指数的生态系统服务功能变化等级归一化值；  
*FSCI* — 基于防风固沙服务功能变化指数的生态系统服务功能变化等级归一化值；  
*HSCI* — 基于牧草供给服务功能变化指数的生态系统服务功能变化等级归一化值；  
*WSCI* — 基于水供给服务功能变化指数的生态系统服务功能变化等级归一化值。

表33 生态系统服务功能变化综合评价

| 类别   | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|      | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| ESCI | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| 评价结果 | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |

#### 6.4 生态保护和建设工程生态效果综合评估与生态工程影响贡献率核定

##### 6.4.1 生态系统变化状况综合评估

用生态系统变化状况指数 (*ECI*)，对区域生态系统变化状况进行综合评价（见表34）。  
生态系统变化状况指数计算见公式（13）：

$$ECI = 0.35EMSCI + 0.25EQCI + 0.4ESCI \dots\dots\dots (13)$$

式中：

*ECI* — 生态系统变化状况指数；  
*EMSCI* — 生态系统宏观结构变化指数；  
*EQCI* — 生态系统质量变化指数；  
*ESCI* — 生态系统服务功能变化指数。

表34 生态系统变化状况综合评价

| 类别   | 判别等级     |          |           |          |          |          |           |          |          |
|------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|      | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| ECI  | 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        | 7         | 8        | 9        |
| 评价结果 | 显著<br>转差 | 明显<br>转差 | 较明显<br>转差 | 微弱<br>转差 | 基本<br>不变 | 微弱<br>转好 | 较明显<br>转好 | 明显<br>转好 | 显著<br>转好 |

#### 6.4.2 生态系统变化的工程和气候影响贡献率核定

##### 6.4.2.1 基于工程区内外参数对比的生态工程影响判别

根据生态工程区内外植被净初级生产力、生物量、植被覆盖度、物种丰富度、多样性指数、物种重要值、植被均匀度等参数统计结果（见表D.41）变化率，分别判断各参数变化的生态工程影响程度（见表35）。

表35 生态工程区生态系统参数变化的生态工程影响程度分类判别表

| 类别     | 判别等级 |      |      |       |       |      |
|--------|------|------|------|-------|-------|------|
|        | <-1  | -1~1 | 1~5  | 5~10  | 10~15 | ≥15  |
| 变化率(%) | <-1  | -1~1 | 1~5  | 5~10  | 10~15 | ≥15  |
| 影响程度   | 负面影响 | 无影响  | 影响微弱 | 影响较明显 | 影响明显  | 影响显著 |
| 归一化值   | 1    | 2    | 3    | 4     | 5     | 6    |

用生态工程影响指数 (*EPECI<sub>p</sub>*)，评价工程区内生态系统变化的生态工程影响（见表36）。*EPECI<sub>p</sub>*

介于 1~6 之间，数值大于 2 表示生态工程有正面影响，数值小于 2 表示生态工程有负面影响，数值等于 2 表示生态工程无影响。

生态工程影响指数的计算见公式（14）：

$$EPECI_p = 0.2EPEC_{NPP} + 0.2EPEC_{VB} + 0.2EPEC_{FC} + 0.1EPEC_S + 0.1EPEC_H + 0.1EPEC_{VI} + 0.1EPEC_{EQ} \quad (14)$$

式中：

$EPECI_p$  — 生态工程区生态系统变化的生态工程影响指数；

$EPEC_{NPP}$  — 基于植被净初级生产力的生态工程影响程度归一化值；

$EPEC_{VB}$  — 基于植被生物量的生态工程影响程度归一化值；

$EPEC_{FC}$  — 基于植被覆盖度的生态工程影响程度归一化值；

$EPEC_S$  — 基于物种丰富度的生态工程影响程度归一化值；

$EPEC_H$  — 基于多样性指数的生态工程影响程度归一化值；

$EPEC_{VI}$  — 基于物种重要值的生态工程影响程度归一化值；

$EPEC_{EQ}$  — 基于植被均匀度的生态工程影响程度归一化值。

表36 生态工程区生态系统变化的生态工程影响程度判别表

| 类别        | 判别等级 |     |      |       |      |      |
|-----------|------|-----|------|-------|------|------|
| $EPECI_p$ | 1    | 2   | 3    | 4     | 5    | 6    |
| 评价结果      | 负面影响 | 无影响 | 影响微弱 | 影响较明显 | 影响明显 | 影响显著 |

#### 6.4.2.2 基于自然保护区内外 $ECI$ 对比的生态工程影响判别

根据自然保护区内外生态系统状况变化指数（ $ECI$ ）的统计结果（见表D.42）差值，评价自然保护区内外生态系统变化的生态工程影响（见表37）。

表37 自然保护区生态系统变化的生态工程影响程度判别表

| 类别             | 判别等级 |     |      |       |      |      |
|----------------|------|-----|------|-------|------|------|
| 保护区内外 $ECI$ 差值 | <0   | 0   | 1~2  | 2~4   | 4~6  | 6~8  |
| 评价结果           | 负面影响 | 无影响 | 影响微弱 | 影响较明显 | 影响明显 | 影响显著 |

#### 6.4.2.3 基于模型变量参数控制的生态系统变化气候与生态工程贡献率判别

##### 6.4.2.3.1 生态工程贡献率计算

根据实际气候状况和平均气候状况下生态系统重要评价参数的变化统计结果（见表D.43），分别计算区域 $NPP$ 、生态系统水源涵养量、土壤水蚀模数、土壤风蚀模数变化的生态工程贡献率。

生态工程贡献率计算见公式（15）：

$$EPC = \frac{ACP}{RCP} \times 100\% \dots\dots\dots (15)$$

式中：

$EPC$  — 生态工程贡献率；

$ACP$  — 平均气候状况下参数平均值；

$RCP$  — 真实气候状况下参数平均值。

#### 6.4.2.3.2 生态工程贡献率综合判别

根据生态系统重要评价参数的生态工程贡献率统计结果（见表D.44），计算区域生态系统变化的生态工程贡献率（ $CEPEC$ ），综合判断生态工程贡献率。

生态系统变化的生态工程贡献率计算见公式（16）：

$$CEPEC = 0.25EPC_{NPP} + 0.25EPC_W + 0.25EPC_A + 0.25EPC_{SL} \dots\dots\dots (16)$$

式中：

$CEPEC$  — 生态系统变化的生态工程贡献率；

$EPC_{NPP}$  —  $NPP$ 变化的生态工程影响贡献率；

$EPC_W$  — 生态系统水源涵养变化的生态工程影响贡献率；

$EPC_A$  — 土壤水蚀模数变化的生态工程影响贡献率；

$EPC_{SL}$  — 土壤风蚀模数变化的生态工程影响贡献率。

## 7 评估结论

进行生态保护和建设工程区域生态本底评估时，主要从生态系统结构、生态系统质量、生态系统服务功能，以及生态系统变化的气候和人类活动影响几个方面进行分析评估总结。

进行生态保护和建设工程生态效果评估时，不仅从生态系统结构、生态系统质量、生态系统服务功能，以及生态系统变化的气候和人类活动影响几个方面进行分析评估总结；而且要针对重要生态问题，分类组合上述评估指标，分析生态工程实施后重要生态问题的解决程度及生态工程的贡献。同时，针对生态保护和建设规划目标，评估规划目标的实现情况及生态工程的贡献率。

附 录 A  
(资料性附录)  
土地覆被与生态系统遥感分类体系

表A.1 全国土地利用/覆被遥感分类体系

| 一级类型 |      | 二级类型 |        | 含义   |
|------|------|------|--------|--|
| 代码   | 名称   | 代码   | 名称     |  |
| 1    | 耕地   | —    | —      | 指种植农作物的土地, 包括熟耕地、新开荒地、休闲地、轮歇地、草田轮作地; 以种植农作物为主的农果、农桑、农林用地; 耕种三年以上的滩地和滩涂       |
|      |      | 11   | 水田     | 指有水源保证和灌溉设施, 在一般年景能正常灌溉, 用以种植水稻, 莲藕等水生农作物的耕地, 包括实行水稻和旱地作物轮种的耕地               |
|      |      |      | 111    | 山区水田   |
|      |      |      | 112    | 丘陵水田   |
|      |      |      | 113    | 平原水田   |
|      |      |      | 114    | 大于 25 度坡地水田  |
|      |      | 12   | 旱地     | 指无灌溉水源及设施, 靠天然降水生长作物的耕地; 有水源和浇灌设施, 在一般年景下能正常灌溉的旱作物耕地; 以种菜为主的耕地, 正常轮作的休闲地和轮歇地 |
|      |      |      | 121    | 山区旱地   |
|      |      |      | 122    | 丘陵旱地   |
|      |      |      | 123    | 平原旱地   |
|      |      |      | 124    | 大于 25 度坡地旱地  |
|      |      | 2    | 林地     | —  |
| 21   | 有林地  |      |        | 指郁闭度>30%的天然林和人工林。包括用材林、经济林、防护林等成片林地  |
| 22   | 灌木林  |      |        | 指郁闭度>40%、高度在 2 米以下的矮林地和灌丛林地  |
| 23   | 疏林地  |      |        | 指郁闭度为 10%~30%稀疏林地  |
| 24   | 其他林地 |      |        | 未成林造林地、迹地、苗圃及各类园地(果园、桑园、茶园、热作林园地等)   |
| 3    | 草地   | —    | —      | 指以生长草本植物为主, 覆盖度在 5%以上的各类草地, 包括以牧为主的灌丛草地和郁闭度在 10%以下的疏林草地                      |
|      |      | 31   | 高覆盖度草地 | 指覆盖度在>50%的天然草地、改良草地和割草地。此类草地一般水分条件较好, 草被生长茂密                                 |
|      |      | 32   | 中覆盖度草地 | 指覆盖度在 20%~50%的天然草地和改良草地, 此类草地一般水分不足, 草被较稀疏                                   |
|      |      | 33   | 低覆盖度草地 | 指覆盖度在 5%~20%的天然草地。此类草地水分缺乏, 草被稀疏, 牧业利用条件差                                    |



|   |            |    |         |   |
|---|------------|----|---------|---|
| 4 | 水域         | —  | —       | 指天然陆地水域和水利设施用地                              |
|   |            | 41 | 河渠      | 指天然形成或人工开挖的河流及主干渠常年水位以下的土地，人工渠包括堤岸          |
|   |            | 42 | 湖泊      | 指天然形成的积水区常年水位以下的土地                          |
|   |            | 43 | 水库坑塘    | 指人工修建的蓄水区常年水位以下的土地                          |
|   |            | 44 | 永久性冰川雪地 | 指常年被冰川和积雪所覆盖的土地                             |
|   |            | 45 | 滩涂      | 指沿海大潮高潮位与低潮位之间的潮侵地带                         |
|   |            | 46 | 滩地      | 指河、湖水域平水期水位与洪水期水位之间的土地                      |
| 5 | 城乡、工矿、居民用地 | —  | —       | 指城乡居民点及县镇以外的工矿、交通等用地                        |
|   |            | 51 | 城镇用地    | 指大、中、小城市及县镇以上建成区用地                          |
|   |            | 52 | 农村居民点   | 指镇以下的居民点用地                                  |
|   |            | 53 | 其他建设用地  | 指独立于城镇以外的厂矿、大型工业区、油田、盐场、采石场等用地、交通道路、机场及特殊用地 |
| 6 | 未利用土地      | —  | —       | 目前还未利用的土地、包括难利用的土地                          |
|   |            | 61 | 沙地      | 指地表为沙覆盖，植被覆盖度在 5% 以下的土地，包括沙漠，不包括水系中的沙滩      |
|   |            | 62 | 戈壁      | 指地表以碎砾石为主，植被覆盖度在 5% 以下的土地                   |
|   |            | 63 | 盐碱地     | 指地表盐碱聚集，植被稀少，只能生长耐盐碱植物的土地                   |
|   |            | 64 | 沼泽地     | 指地势平坦低洼，排水不畅，长期潮湿，季节性积水或常积水，表层生长湿生植物的土地     |
|   |            | 65 | 裸土地     | 指地表土质覆盖，植被覆盖度在 5% 以下的土地                     |
|   |            | 66 | 裸岩石砾地   | 指地表为岩石或石砾，其覆盖面积>50%的土地                      |
|   |            | 67 | 其他      | 指其他未利用土地，包括高寒荒漠，苔原等                         |

表A.2 土地利用/覆被类型与生态系统类型转换关系

| 生态系统类型 | 土地利用/覆被遥感分类 |
|--------|-------------|
| 农田生态系统 | 水田 11       |
|        | 旱地 12       |
| 森林生态系统 | 有林地 21      |
|        | 灌木林地 22     |
|        | 疏林地 23      |
|        | 其它林地 24     |
| 草地生态系统 | 高覆盖度草地 31   |
|        | 中覆盖度草地 32   |
|        | 低覆盖度草地 33   |
| 荒漠生态系统 | 沙地 61       |
|        | 戈壁 62       |
|        | 盐碱地 63      |

|           |            |
|-----------|------------|
|           | 其他 67      |
| 水体与湿地生态系统 | 河渠 41      |
|           | 湖泊 42      |
|           | 水库坑塘 43    |
|           | 永久性冰川雪地 44 |
|           | 滩地 46      |
|           | 沼泽地 64     |
| 聚落        | 城镇用地 51    |
|           | 农村居民地 52   |
|           | 其他建设用地 53  |
| 其它生态系统    | 裸土地 65     |
|           | 裸岩石砾地 66   |

表A.3 土地覆被转类指数计算采用的土地覆被类型遥感分类体系转化

| 编码 | 土地覆被类型   | 土地利用/覆被遥感分类体系（表 A.1） |
|----|----------|----------------------|
| 10 | 农田       | 水田 11                |
|    |          | 旱地 12                |
| 20 | 森林       | 有林地 21               |
|    |          | 疏林地 23               |
|    |          | 其它林地 24              |
| 22 | 灌丛       | 灌木林地 22              |
| 31 | 高覆盖草地    | 高覆盖度草地 31            |
| 32 | 中覆盖草地    | 中覆盖度草地 32            |
| 33 | 低覆盖草地    | 低覆盖度草地 33            |
| 40 | 水体与湿地    | 河渠 41                |
|    |          | 湖泊 42                |
|    |          | 水库坑塘 43              |
|    |          | 永久性冰川雪地 44           |
|    |          | 滩地 46                |
|    |          | 沼泽地 64               |
| 50 | 建设用地     | 城镇用地 51              |
|    |          | 农村居民地 52             |
|    |          | 其他建设用地 53            |
| 60 | 沙地、戈壁与裸地 | 沙地 61                |
|    |          | 戈壁 62                |
|    |          | 盐碱地 63               |
|    |          | 裸土地 65               |
|    |          | 裸岩石砾地 66             |
| 67 | 荒漠       | 其他 67, 包括高寒荒漠、苔原等    |

附 录 B  
(资料性附录)  
数据源

| 指标类别        | 评估指标                 |                   | 数据源            |               |
|-------------|----------------------|-------------------|----------------|---------------|
|             | 一级指标                 | 二级指标              |                |               |
| 生态系统宏观结构    | 生态系统宏观结构             | 生态系统分类面积          | 遥感监测           |               |
|             |                      | 变化率               | 遥感监测           |               |
|             |                      | 动态度               | 遥感监测           |               |
|             | 生态系统宏观结构变化指数 (EMSCI) |                   | (综合计算)         |               |
| 生态系统质量      | 草地退化与恢复              | 草地退化与恢复分类面积       | 遥感监测           |               |
|             |                      | 草地退化与恢复分类面积占比     | 遥感监测数据统计       |               |
|             |                      | 草地退化状况变化指数 (GDCI) | (综合计算)         |               |
|             | 植被状况                 | 植被覆盖度             | 遥感监测           |               |
|             |                      | 植被生物量             | 遥感监测、地面监测、模型计算 |               |
|             |                      | 植被净初级生产力 (NPP)    | 遥感监测、模型计算      |               |
|             |                      | 植被状况变化指数 (VCCI)   | (综合计算)         |               |
|             | 宏观生态状况               | 土地覆被状况指数          | 遥感监测           |               |
|             |                      | 土地覆被转类指数          | 遥感监测           |               |
|             | 物种多样性                | 物种丰富度             | 地面监测           |               |
|             |                      | 多样性指数             | 地面监测统计         |               |
|             |                      | 物种重要值             | 地面监测数据计算       |               |
|             |                      | 均匀度指数             | 地面监测数据计算       |               |
|             | 环境质量                 | 地表水环境质量指数         | 地面监测           |               |
|             |                      | 土壤环境质量指数          | 地面监测           |               |
|             |                      | 环境空气质量指数          | 地面监测           |               |
|             | 多年冻土上限深度             |                   | 地面监测、遥感监测      |               |
|             | 生态系统质量变化指数 (EQCI)    |                   | (综合计算)         |               |
|             | 生态系统变化的影响因素          | 水源涵养              | 水源涵养量          | 地面监测、遥感监测数据计算 |
|             |                      |                   | 水源涵养服务功能保有率    | 地面监测、遥感监测数据计算 |
| 枯水季河流径流量    |                      |                   | 地面监测           |               |
| 夏汛期河流径流调节系数 |                      |                   | 地面监测           |               |
| 土壤保持        |                      | 土壤水蚀模数            | 地面监测、遥感监测、模型计算 |               |
|             |                      | 土壤保持量             | 地面监测、遥感监测、模型计算 |               |
|             |                      | 土壤保持服务功能保有率       | (综合计算)         |               |
|             |                      | 河流径流含沙量           | 地面监测           |               |
| 防风固沙        |                      | 风蚀模数              | 地面监测、模型计算      |               |
|             |                      | 防风固沙量             | 地面监测、模型计算,     |               |
|             |                      | 防风固沙服务功能保有率       | (综合计算)         |               |

|                  |                     |                                     |               |      |
|------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------|------|
|                  | 牧草供给                | 草地产草量                               | 地面监测、遥感监测     |      |
|                  |                     | 草地理论载畜量                             | 地面监测数据计算      |      |
|                  | 水供给                 | 河流径流量                               | 地面监测          |      |
|                  |                     | 湖泊面积                                | 遥感监测          |      |
|                  |                     | 湖泊水量                                | 地面监测、遥感监测数据计算 |      |
|                  |                     | 冰川面积                                | 遥感监测          |      |
|                  |                     | 地下水资源量                              | 地面监测、模型计算     |      |
|                  | 生态系统服务功能变化指数 (ESCI) |                                     | (综合计算)        |      |
|                  | 生态系统变化的影响因素         | 气候变化                                | 气温            | 地面监测 |
|                  |                     |                                     | 降水            | 地面监测 |
| 湿润系数             |                     |                                     | 地面监测数据计算      |      |
| 人类活动             |                     | 草地载畜压力指数                            | 统计数据计算        |      |
|                  |                     | 生态工程                                | 调查统计数据        |      |
| 生态工程和气候变化贡献率     |                     | 生态系统变化的工程影响指数 (EPECI <sub>r</sub> ) | 综合计算          |      |
|                  |                     | NPP 变化的生态工程贡献率                      | 综合计算          |      |
|                  |                     | NPP 变化的气候贡献率                        | 综合计算          |      |
|                  |                     | 水源涵养服务功能变化的生态工程贡献率                  | 综合计算          |      |
|                  |                     | 水源涵养服务功能变化的气候贡献率                    | 综合计算          |      |
|                  |                     | 土壤保持服务功能变化的生态工程贡献率                  | 综合计算          |      |
|                  |                     | 土壤保持服务功能变化的气候贡献率                    | 综合计算          |      |
|                  |                     | 防风固沙服务功能变化的生态工程贡献率                  | 综合计算          |      |
| 防风固沙服务功能变化的气候贡献率 |                     | 综合计算                                |               |      |

附 录 C  
(规范性附录)  
评价指标计算方法

### C.1 生态系统动态度计算方法

生态系统动态度计算，见公式（1）：

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta S_i}{S_i}}{t} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$S$  — 与 $t$ 时段对应的评价区域生态系统类型变化动态度（无量纲）；

$S_i$  — 监测开始时间第 $i$ 类生态系统类型的总面积（ $\text{km}^2$ ），生态系统类型划分见附录A中的表A.2；

$\Delta S_i$  — 由监测开始至监测结束时段内第 $i$ 类生态系统类型转变为其它生态系统类型的面积总和（ $\text{km}^2$ ）；

$t$  — 时间段（年）。

### C.2 草地退化状况变化指数计算方法

草地退化状况变化指数计算，见公式（2）：

$$GDCI = \frac{\sum_{k=1}^n A_k \times (D_a - D_b)}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$GDCI$  — 草地退化状况变化指数（无量纲），大于0表示草地恢复，小于0表示退化；

$k$  — 草地退化类型；

$A_k$  — 第 $k$ 类草地退化类型的转类面积（ $\text{km}^2$ ）；

$A$  — 被评价区总面积（ $\text{km}^2$ ）；

$D_a$  — 转类前的草地退化级别（无量纲，见表C.1）；

$D_b$  — 转类后的草地退化级别（无量纲，见表C.1）。

表C.1 草地退化类型与级别

| 草地退化类型  | 好转 | 未退化 | 轻度退化 | 中度退化 | 重度退化 |
|---------|----|-----|------|------|------|
| 退化级别（D） | 1  | 2   | 3    | 4    | 5    |

### C.3 植被覆盖度计算方法

植被覆盖度计算，见公式（3）：

$$F_c = \frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $F_c$  — 植被覆盖度 (%) ；
- $NDVI_{\min}$  — 无植被覆盖像元的 $NDVI$ 值；
- $NDVI_{\max}$  — 完全被植被所覆盖的像元的 $NDVI$ 值。

C.4 植被净初级生产力 (NPP) 估算方法

植被净初级生产力 (NPP) 采用改进的生态模型GLOPEM估算，见公式 (4) ~ (7) ：

$$NPP = GPP - R_a \dots\dots\dots (4)$$

$$GPP = APAR \times \varepsilon \dots\dots\dots (5)$$

$$APAR = FPAR \times PAR \dots\dots\dots (6)$$

$$\varepsilon = \varepsilon^* \times \sigma_T \times \sigma_E \times \sigma_S \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- $NPP$  — 植被净初级生产力 (gC/m<sup>2</sup>/a) ；
  - $GPP$  — 总初级生产力 (gC/m<sup>2</sup>/a) ；
  - $R_a$  — 植被自养呼吸 (gC/m<sup>2</sup>/a) ；
  - $APAR$  — 植被吸收的光合有效辐射 (MJ/m<sup>2</sup>/a) ；
  - $FPAR$  — 植被吸收光合有效辐射比率；
  - $PAR$  — 光合有效辐射 (MJ/m<sup>2</sup>/a) ；
  - $\varepsilon$  — 植物实际光合利用率 (gC/MJ) ；
  - $\varepsilon^*$  — 植被潜在光能利用率 (gC/MJ) ；
  - $\sigma_T$  — 空气温度缺失对植被生长的影响系数；
  - $\sigma_E$  — 空气湿度缺失对植被生长的影响系数；
  - $\sigma_S$  — 土壤水分缺失对植被生长的影响系数。
- GLOPEM模型参数设置及计算见表C.2。

表C.2 植被净初级生产力估算模型 GLOPEM 参数设置及计算方法

| 序号 | 参数           | 计算公式与参数设置  |
|----|--------------|--|
| 1  | 光合有效辐射 (PAR) | $PAR = \int_{0.4}^{0.7} I_s(\lambda) d\lambda$ $I_s = I_b + I_d = I_0 \times \tau_b \times \cos i + I_0 \times \tau_s$ $\cos i = \sin \delta (\sin \varphi \cos \alpha - \cos \varphi \sin \alpha \cos \varphi) + \cos \delta \cosh (\cos \varphi \cos \alpha + \sin \varphi \sin \alpha \cos \varphi) + \cos \delta \sin \alpha \sin \varphi \sinh$ <p>PAR为光合有效辐射 (W/m<sup>2</sup>) ； <math>I_s</math>为单波段光合有效辐射值 (W/m<sup>2</sup>/μm) ； <math>I_0</math>为单波段</p> |

|   |                                 |  |
|---|---------------------------------|--|
|   |                                 | 大气顶瞬时辐射 (W/m <sup>2</sup> /μm) ; $I_b$ 为单波段直射辐射 (W/m <sup>2</sup> /μm) ; $I_d$ 为单波段散射辐射 (W/m <sup>2</sup> /μm) ; $\tau_b$ 为直射辐射透过率 (无量纲) ; $\tau_s$ 为散射辐射透过率 (无量纲) ; $\cos i$ 为地形、纬度以及地球赤纬的校正系数 (无量纲) ; $h$ 为太阳高度角对应的地方时角 (°) ; $\alpha$ 为坡度 (°) ; $\varphi$ 为坡向 (°) ; $\delta$ 为太阳赤纬 (°) 。  |
| 2 | 空气温度对植物生长的影响系数 ( $\sigma_T$ )   | $\sigma_T = \frac{(T - T_{min})(T - T_{max})}{(T - T_{min})(T - T_{max}) - (T - T_{opt})^2}$ <p><math>\sigma_T</math> 为空气温度对植物生长的影响系数; <math>T</math>为空气温度 (°C) ; <math>T_{min}</math>、<math>T_{opt}</math>和<math>T_{max}</math>分别为光合作用最低、最适和最高气温 (°C) , 分别设置为0°C、10°C、20°C。</p>   |
| 3 | 空气湿度对植物生长的影响系数 ( $\sigma_E$ )   | $\sigma_E = \begin{cases} 1 - 0.05\delta_q & 0 < \delta_q < 15 \\ 0.25 & \delta_q > 15 \end{cases}$ $\delta_q = QW(T) - q$ <p><math>\sigma_E</math> 为空气湿度对植物生长的影响系数; <math>\delta_q</math>为比湿差 (g/kg) ; <math>QW(T)</math> 为在指定温度条件下的饱和空气比湿 (g/kg) ; <math>q</math>为当前空气比湿 (g/kg) 。</p>  |
| 4 | 土壤水分缺失对植物生长的影响系数 ( $\sigma_s$ ) | $\sigma_s = 1 - \exp[0.081 \times (\delta_\theta - 83.3)]$ <p><math>\sigma_s</math> 为土壤水分缺失对植物生长的影响系数; <math>\delta_\theta</math> 为1m以上表层土壤水分亏损量 (mm, 其值为饱和土壤水含量和实际土壤水含量之差) 。</p>  |
| 5 | 自养呼吸 ( $R_a$ )                  | $R_a = R_{m,t} + R_{g,t}$ $R_{m,t} = Leaf_{resp} + Stem_{resp}$ $R_{g,t} = 0.35 \times GPP$ <p><math>R_a</math>为自养呼吸 (gC/m<sup>2</sup>/a) ; <math>R_{m,t}</math>为维持性呼吸 (gC/m<sup>2</sup>/a) ; <math>R_{g,t}</math>为生长性呼吸 (gC/m<sup>2</sup>/a) ; <math>Leaf_{resp}</math>为叶片呼吸 (gC/m<sup>2</sup>/a) ; <math>Stem_{resp}</math>为茎呼吸 (gC/m<sup>2</sup>/a) ; <math>Root_{resp}</math> 为根呼吸 (gC/m<sup>2</sup>/a) ; <math>GPP</math>为总初级生产力 (gC/m<sup>2</sup>/a) 。</p> |

C.5 土地覆被状况指数计算方法

土地覆被状况指数计算, 见公式 (8) :

$$LCSI = \sum_{i=1}^4 \frac{C_i}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中:  
 LCSI — 土地覆被状况指数;  
 C<sub>i</sub> — 林地、灌丛、高覆盖草地、水域和沼泽面积;

$i=1, \dots, 4$  — 林地、灌丛、高覆盖草地、水域和沼泽4种土地覆被类型；

$A$  — 计算区域总面积 ( $\text{km}^2$ )。

土地覆被状况指数越接近100%，反映土地覆被状况越好，生态系统综合功能越高。

C.6 土地覆被转类指数计算方法

土地覆被转类指数计算，见公式（9）：

$$LCCI = \frac{\sum_k^n [(A_{ab} \times (D_a - D_b))]}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$LCCI$  — 土地覆被转类指数（无量纲）；

$a$  — 土地覆被转类前的类型，1、2...、 $n$ ， $n=10$ ；

$b$  — 土地覆被转类后的类型，1、2...、 $n$ ， $n=10$ ；

$A_{ab}$  — 第 $a$ 类土地覆被类型转为第 $b$ 类土地覆被类型（见表6）的转类面积 ( $\text{km}^2$ )，表6中的土地覆被类型与遥感解译获得的土地利用/覆被类型之间的关系见附录A中的A.3；

$A$  — 被评价区总面积 ( $\text{km}^2$ )；

$D_a$  — 转类前的生态级别（无量纲，见表C.3）；

$D_b$  — 转类后的生态级别（无量纲，见表C.3）。

$LCCI$ 大于0，表明生态系统转好，指数小于0，表明生态系统转差。

表C.3 土地覆被类型生态级别

|         |       |    |    |       |       |       |    |      |    |          |
|---------|-------|----|----|-------|-------|-------|----|------|----|----------|
| 土地覆被类型  | 水体与湿地 | 森林 | 灌丛 | 高覆盖草地 | 中覆盖草地 | 低覆盖草地 | 农田 | 建设用地 | 荒漠 | 沙地、戈壁与裸地 |
| 生态级别(D) | 1     | 2  | 3  | 4     | 5     | 6     | 7  | 8    | 9  | 10       |

C.7 植物物种重要值计算方法

植物物种重要值计算，见公式（10）：

$$P = \frac{H + C + F + B}{4} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$P$  — 植物物种重要值；

$H$  — 植物相对高度；

$C$  — 植物相对盖度；

$F$  — 植物相对频度；

$B$  — 植物相对生物量。

C.8 植物物种多样性指数计算方法

植物物种多样性指数计算，见公式（11）：

$$H' = -\sum_1^i P_i \times \ln P_i \dots\dots\dots (11)$$



式中:

$H'$ —Shannon-Wiener指数;

$P_i$ —种  $i$  植物物种的重要值。

### C.9 植被均匀度指数计算方法

植被均匀度指数计算, 见公式(12):

$$J = \frac{H'}{\ln S} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

$J$ —Pielou均匀度指数;

$H'$ —Shannon-Wiener指数;

$S$ —植物物种数。

### C.10 地表水环境质量指数计算方法

地表水环境质量指数计算, 见公式(13):

$$WI_i = \frac{C_{wi}}{C_{w0i}} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

$C_{wi}$ — $i$ 监测指标监测值(mg/l);

$C_{w0i}$ — $i$ 监测指标质量标准限值(mg/l)(见GB3838);

$WI_i$ — $i$ 监测指标质量指数( $WI_i \leq 1$ 达标,  $WI_i > 1$ 超标)。

### C.11 土壤环境质量指数计算方法

土壤环境质量指数计算, 见公式(14):

$$SI_i = \frac{C_{si}}{C_{s0i}} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

$C_{si}$ — $i$ 监测指标监测值(mg/kg);

$C_{s0i}$ — $i$ 监测指标质量标准限值(mg/kg)(见GB15618);

$SI_i$ — $i$ 监测指标质量指数( $SI_i \leq 1$ 达标,  $SI_i > 1$ 超标)。

### C.12 环境空气质量指数计算方法

环境空气质量指数计算, 见公式(15):

$$AI_i = \frac{C_{Ai}}{C_{A0i}} \dots\dots\dots (15)$$

式中:

$C_{Ai}$ — $i$ 监测指标监测值( $\text{mg}/\text{m}^3$ );  
 $C_{A0i}$ — $i$ 监测指标质量标准限值( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) (见GB3095);  
 $AI_i$ — $i$ 监测指标质量指数( $AI_i \leq 1$ 达标,  $AI_i > 1$ 超标)。

C.13 生态系统水源涵养量估算方法

生态系统水源涵养量采用降水贮存量法计算, 见公式(16)~(19):

$$W = 10A \times P \times R \dots\dots\dots (16)$$

$$P = P_0 \times K \dots\dots\dots (17)$$

$$R = R_0 - R_g \dots\dots\dots (18)$$

$$R_g = -0.3187 \times F_c + 0.36403 \dots\dots\dots (19)$$

$W$ —与裸地相比较, 森林、草地等生态系统涵养水分的增加量 ( $\text{m}^3$ );  
 $A$ —生态系统面积 ( $\text{hm}^2$ );  
 $P$ —年产流降雨量 ( $\text{mm}$ );  
 $P_0$ —年均降雨量 ( $\text{mm}$ );  
 $R$ —与裸地相比较, 生态系统减少径流的效益系数。对于森林生态系统, 温带针叶林取0.24; 温带落叶疏林取0.16, 对于草地生态系统则使用公式(18)计算;  
 $R_0$ —产流降雨条件下裸地降雨径流率, 取值0.36403;  
 $R_g$ —产流降雨条件下生态系统降雨径流率;  
 $K$ —产流降雨量占降雨量的比例, 取值0.68。

C.14 生态系统水源涵养服务功能保有率计算方法

水源涵养服务功能保有率计算, 见公式(20):

$$WP = \frac{W}{W_g} \times 100\% \dots\dots\dots (20)$$

式中:  
 $WP$ —评估单元的某类生态系统水源涵养服务功能保有率(%);  
 $W$ —评估单元某类生态系统的水源涵养量 ( $\text{m}^3$ );  
 $W_g$ —三江源区同类最优生态系统的水源涵养量 ( $\text{m}^3$ )。

C.15 夏汛期径流调节系数计算方法

夏汛期径流调节系数计算, 见公式(21)~(23):

$$RS = \frac{CV_r}{CV_p} \dots\dots\dots (21)$$

$$CV_r = \frac{SD_r}{M_r} \dots\dots\dots (22)$$

$$CV_p = \frac{SD_p}{M_p} \dots\dots\dots (23)$$

式中：

- RS — 夏汛期径流调节系数；
- CV<sub>r</sub> — 夏汛期径流量变异系数；
- SD<sub>r</sub> — 夏汛期径流量的标准差；
- M<sub>r</sub> — 夏汛期径流量平均值 (m<sup>3</sup>/s) ；
- CV<sub>p</sub> — 夏汛期降水量变异系数；
- SD<sub>p</sub> — 夏汛期降水量标准差；
- M<sub>p</sub> — 夏汛期降水量平均值 (mm) 。

C.16 土壤水蚀模数估算方法

土壤水蚀模数可以利用水土流失地面监测数据、水文站径流含沙量观测数据计算。同时，也可采用修正的通用土壤流失方程 (RUSLE) 计算。土壤水蚀模数估算方程见公式 (24)：

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \dots\dots\dots (24)$$

式中：

- A — 土壤水蚀模数 (t·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>) ；
- R — 降雨侵蚀力因子 (MJ·mm·hm<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>·a<sup>-1</sup>) ， 见表C.4；
- K — 土壤可蚀性因子 (t·hm<sup>2</sup>·h·hm<sup>-2</sup>·MJ<sup>-1</sup>·mm<sup>-1</sup>) ， 见表C.4；
- L — 坡长因子 (无量纲) ， 见表C.4；
- S — 坡度因子 (无量纲) ， 见表C.4；
- C — 覆盖和管理因子 (无量纲) ， 取值范围为0~1， 见表C.4；
- P — 水土保持措施因子 (无量纲) ， 取值范围为0~1， 取值为0.95。

表C.4 土壤水蚀模数估算方程参数设置及计算方法

| 序号 | 参数          | 计算公式与参数设置  |
|----|-------------|--|
| 1  | 降雨侵蚀力因子 (R) | $R_i = \alpha \sum_{j=1}^k D_j^\beta$ $\beta = 0.8363 + \frac{18.144}{P_{d12}} + \frac{24.455}{P_{y12}}$ $\alpha = 21.586 \times \beta^{-7.1891}$ <p><i>R<sub>i</sub></i>为一年中第<i>i</i>个16天内的降雨侵蚀 (MJ·mm·hm<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>·a<sup>-1</sup>) ； <i>D<sub>j</sub></i>为16天内第<i>j</i>天的侵蚀性日雨量 (要求日雨量≥12mm， 否则以0计算， k=16) ； α、β为模型待定参数； <i>P<sub>d12</sub></i>为日雨量≥12mm的日平均雨量； <i>P<sub>y12</sub></i>为日雨量≥12mm的年平均雨量。</p> |

|   |             |   |
|---|-------------|---|
| 2 | 土壤可蚀性因子 (K) | $K = \frac{[2.1 \times 10^{-4}(12 - OM)M^{1.14} + 3.25(S - 2) + 2.5(P - 3)]}{100} \times Ratio$ <p><math>K</math>为土壤可蚀性因子 (<math>t \cdot h \cdot hm^{-2} \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1}</math>)；<math>OM</math>为土壤有机质含量百分比 (%)；<math>M</math>为土壤颗粒级配参数 (无量纲)；<math>S</math>为土壤结构系数 (无量纲)；<math>P</math>为渗透等级 (无量纲)；<math>Ratio</math>为美国制单位转换为国际制单位的转换系数 (无量纲, 取值为0.1317)。</p>   |
| 3 | 坡长坡度因子 (LS) | $L = \left(\frac{\gamma}{22.13}\right)^m \begin{cases} m = 0.5 & \theta \geq 9\% \\ m = 0.4 & 9\% > \theta \geq 3\% \\ m = 0.3 & 3\% > \theta \geq 1\% \\ m = 0.2 & 1\% > \theta \end{cases} S = \begin{cases} 10.8\sin\theta + 0.03 & \theta < 9\% \\ 16.8\sin\theta - 0.50 & 9\% \leq \theta \leq 18\% \\ 21.91\sin\theta - 0.96 & \theta > 18\% \end{cases}$ <p><math>L</math>为坡长因子 (无量纲)；<math>\gamma</math>为坡长 (m)；<math>m</math>为常数项 (无量纲, 取决于坡度大小)；<math>S</math>为坡度因子 (无量纲)；<math>\theta</math>为坡度 (%)。</p> |
| 4 | 植被覆盖因子 (C)  | $C = \begin{cases} 1 & F_c \\ 0.6508 - 0.3436 \lg F_c & 0 < F_c \leq 78.3\% \\ 0 & F_c > 78.3\% \end{cases}$ <p><math>C</math>为植被覆盖因子 (无量纲)；<math>F_c</math>为植被覆盖度 (%)。</p>   |

C.17 生态系统土壤保持量估算方法

生态系统土壤保持量估算, 见公式 (25) ~ (27) :

$$SK = SK_q - SK_r \dots\dots\dots (25)$$

$$SK_q = A_q \times M \dots\dots\dots (26)$$

$$SK_r = A_r \times M \dots\dots\dots (27)$$

式中:

- $SK$  — 计算单元上的生态系统土壤保持量 ( $t \cdot a^{-1}$ ) ;
- $SK_q$  — 计算单元上无植被保护下的潜在土壤侵蚀量 ( $t \cdot a^{-1}$ ) ;
- $SK_r$  — 计算单元上现实覆被状态下的土壤侵蚀量 ( $t \cdot a^{-1}$ ) ;
- $A_q$  — 计算单元上无植被保护下的潜在土壤侵蚀模数 ( $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ) ;
- $A_r$  — 计算单元现实覆被状态下的土壤侵蚀模数 ( $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ) ;
- $M$  — 计算单元的面积 ( $hm^2$ ) 。

C.18 生态系统土壤保持服务功能保有率计算方法

生态系统土壤保持服务功能保有率计算, 见公式 (28) :

$$SP = \frac{SK}{SK_g} \times 100\% \dots\dots\dots (28)$$

式中:

- $SP$  — 评估单元的某类生态系统土壤保持服务功能保有率 (%) ;
- $SK$  — 评估单元上某类生态系统的土壤保持量 (t) ;

$SK_g$  — 三江源区同类最优生态系统的土壤保持量 (t)。

C.19 土壤风蚀模数估算方法

土壤风蚀模数采用修正风蚀方程 (RWEQ) 计算, 见公式 (29) ~ (32) :

$$SL = \frac{Q_x}{X} \dots\dots\dots (29)$$

$$Q_x = Q_{max} \left[ 1 - e^{-\left(\frac{x}{S}\right)^2} \right] \dots\dots\dots (30)$$

$$Q_{max} = 109.8(WF \times EF \times SCF \times K' \times COG) \dots\dots\dots (31)$$

$$S = 150.71(WF \times EF \times SCF \times K' \times COG)^{-0.3711} \dots\dots\dots (32)$$

式中:

- $SL$  — 土壤风蚀模数 ( $kg/m^2$ ) ;
- $X$  — 地块长度 (m), 取值100m;
- $Q_x$  — 地块长度x处的沙通量 ( $kg/m$ ) ;
- $Q_{max}$  — 风力的最大输沙能力 ( $kg/m$ ) ;
- $S$  — 关键地块长度 (m) ;
- $WF$  — 气象因子 ( $kg/m$ ), 见表C.5;
- $EF$  — 土壤可蚀性成分, 见表C.5;
- $SCF$  — 土壤结皮因子 (无量纲), 见表C.5;
- $K'$  — 土壤糙度因子 (无量纲), 见表C.5;
- $COG$  — 植被因子 (无量纲), 见表C.5。

表C.5 土壤风蚀模数估算方程参数设置及计算方法

| 序号 | 参数        | 计算公式与参数设置   |
|----|-----------|---|
| 1  | 气候因子 (WF) | $WF = \frac{\sum_{i=1}^n WS_{2i} (WS_{2i} - WS_t)^2 \times N_d \rho}{N \times g} \times SW \times SD$ $SW = \frac{ET_p - (R + I) \frac{R_d}{N_d}}{ET_p}$ $ET_p = 0.0162 \times \frac{SR}{58.5} \times (DT + 17.8)$ $SD = 1 - P$ <p><math>WF</math>为气候因子 (<math>kg/m</math>) ; <math>WS_{2i}</math>为2m处第<i>i</i>次观测风速 (m/s) ; <math>WS_t</math>为2m处临界风速 (取值5m/s) ; <math>n</math>为风速的观测次数 (一般500次) ; <math>N_d</math>为试验的天数 (d) ; <math>\rho</math>为空气密度 (<math>kg/m^3</math>) ; <math>g</math>为重力加速度 (<math>m/s^2</math>) ; <math>SW</math>为土壤湿度因子 (无量纲) ; <math>SD</math>为雪覆盖因子 (无量纲) ; <math>ET_p</math>为潜在相对蒸发量 (mm) ; <math>R</math>为降雨量 (mm) ; <math>I</math>为灌溉量 (mm) ; <math>R_d</math>为降雨次数总和或灌溉天数 (d) ; <math>N_d</math>为天数 (d, 一般 15d) ; <math>SR</math>为太阳辐射总量 (<math>cal/cm^2</math>) ; <math>DT</math>为平均温度 (<math>^{\circ}C</math>) ; <math>P</math>为计算时段内积雪覆盖深度大于25.4mm的概率 (无量纲) 。</p> |

|   |              |  |
|---|--------------|--|
| 2 | 土壤可蚀性因子 (EF) | $EF = \frac{29.09 + 0.31Sa + 0.17Si + 0.33Sa / Cl - 2.59OM - 0.95CaCO_3}{100}$ <p>EF为土壤可蚀性因子(无量纲); Sa为土壤砂粒含量(%); Si为土壤粉砂含量(%); Sa/Cl为土壤砂粒和粘土含量比(%); OM为有机质含量(%); CaCO<sub>3</sub>为碳酸钙含量(%)。</p>  |
| 3 | 土壤结皮因子 (SCF) | $SCF = \frac{1}{1 + 0.0066(Cl)^2 + 0.021(OM)^2}$ <p>SCF为土壤结皮因子(无量纲); Cl为粘土含量(%); OM为有机质含量(%)。</p>  |
| 4 | 土壤糙度因子 (K')  | $K' = e^{[R_c \times (1.86K_r - 2.41K_r^{0.934}) - 0.124C_{rr}]}$ $K_r = \frac{4(RH)^2}{RS}$ $C_{rr} = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100$ $R_c = 1 - 0.00032\theta - 0.000349\theta^2 + 0.00000258\theta^3$ <p>K'为土壤糙度因子(无量纲); R<sub>c</sub>为调整系数(无量纲); θ为风向与垄平行方向的夹角(°); K<sub>r</sub>为土垄糙度因子(无量纲); RH为土垄高度(cm); RS为土垄间距(cm); L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>为给定长度(m); C<sub>rr</sub>为任意方向上的地表糙度(无量纲)。</p> |
| 5 | 植被因子 (COG)   | $COG = SLR_f \times SLR_s \times SLR_c$ $SLR_f = e^{-0.0438SC}$ $SLR_s = e^{-0.0344SA^{0.6413}}$ $SLR_c = e^{-5.614F_c^{0.7366}}$ <p>COG为植被因子(无量纲); SLR<sub>f</sub>为枯萎植被的土壤流失比率(无量纲), SC为枯萎植被地表覆盖率(无量纲); SLR<sub>s</sub>为直立残茬土壤流失比率(无量纲), SA为直立残茬当量面积(cm<sup>2</sup>, 1m<sup>2</sup>内直立秸秆的个数乘以秸秆直径的平均值再乘以秸秆高度); SLR<sub>c</sub>为植被覆盖土壤流失比率(无量纲), F<sub>c</sub>为土表植被覆盖度(%)。</p>                         |

C. 20 防风固沙量计算方法

生态系统防风固沙量计算, 见公式(33)~(35):

$$FS = FS_q - FS_r \dots\dots\dots (33)$$

$$FS_q = SL_q \times M \dots\dots\dots (34)$$

$$FS_r = SL_r \times M \dots\dots\dots (35)$$

式中:

FS — 计算单元上的生态系统防风固沙量 (t•a<sup>-1</sup>);

- $FS_q$  — 计算单元上无植被保护下的潜在土壤风蚀量 ( $t \cdot a^{-1}$ ) ;  
 $FS_r$  — 计算单元上现实覆被状态下的土壤风蚀量 ( $t \cdot a^{-1}$ ) ;  
 $SL_q$  — 计算单元上无植被保护下的潜在土壤风蚀模数 ( $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ) ;  
 $SL_r$  — 计算单元上现实覆被状态下的土壤风蚀模数 ( $t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ) ;  
 $M$  — 计算单元面积 ( $hm^2$ ) 。

### C.21 防风固沙服务功能保有率计算方法

生态系统防风固沙服务功能保有率计算, 见公式 (36) :

$$FP = \frac{FS}{FS_g} \times 100\% \dots\dots\dots (36)$$

式中:

- $FP$  — 评估单元的某类生态系统防风固沙服务功能保有率 (%) ;  
 $FS$  — 评估单元上某类生态系统的防风固沙量 (t) ;  
 $FS_g$  — 三江源区同类最优生态系统的防风固沙量 (t) 。

### C.22 草地产草量估算方法

草地产草量可以实地测定获得, 或利用植被指数遥感数据与实测产草量建立的经验公式获得, 也可以基于生态模型模拟的植被净初级生产力 ( $NPP$ ) 数据计算获得, 见公式 (37) ~ (39) :

$$GY = \frac{NPP}{1 + \frac{B_{NPP}}{A_{NPP}}} \dots\dots\dots (37)$$

$$B_{NPP} = BGB \times \frac{liveBGB}{BGB} \times turnover \dots\dots\dots (38)$$

$$turnover = 0.0009 \times A_{NPP} + 0.25 \dots\dots\dots (39)$$

式中:

- $GY$  — 草地产草量 ( $g/m^2$ ) ;  
 $NPP$  — 植被初级生产力 ( $g/m^2$ ) ;  
 $ANPP$  — 草地植被地上部分生产力 ( $g/m^2$ ) ;  
 $BNPP$  — 草地植被地下部分生产力 ( $g/m^2$ ) ;  
 $BGB$  — 草地植被地下部分 (根系) 生物量 ( $g/m^2$ ) ;  
 $liveBGB$  — 活根系生物量占总根系生物量的比例 (%) ;  
 $turnover$  — 草地植物根系周转值 (无量纲) 。

### C.23 草地理论载畜量估算方法

草地理论载畜量计算, 见公式 (40) :

$$C_l = \frac{Y_m \times U_t \times C_o \times H_a}{S_f \times D_f \times G_t} \dots\dots\dots (40)$$

式中:

$C_l$ — 单位面积草地可承载的家畜数量 (羊单位/hm<sup>2</sup>);

$Y_m$ — 单位面积草地产草量 (kg/hm<sup>2</sup>);

$U_t$ — 放牧利用率 (%);

$C_o$ — 草地可利用率 (%);

$H_a$ — 草地可食牧草比例 (%);

$S_f$ — 一个羊单位家畜的日食量 (kg/羊单位/日);

$D_f$ — 草地牧草的标准干草折算系数 (%);

$G_t$ — 放牧草地的放牧天数 (天)。

草地理论载畜量又称合理载畜量, 可见DB63/T 1176。

### C. 24 草地载畜压力指数变化

草地载畜压力指数计算, 见公式 (41) 和公式 (42):

$$I_p = \frac{C_s}{C_l} \dots\dots\dots (41)$$

$$C_s = \frac{C_n \times (1 + C_h) \times G_t}{A_r \times 365} \dots\dots\dots (42)$$

式中:

$I_p$ — 草地载畜压力指数 (无量纲);

$C_l$ — 草地理论载畜量 (羊单位/hm<sup>2</sup>);

$C_s$ — 草地现实载畜量 (羊单位/hm<sup>2</sup>);

$C_n$ — 年末家畜存栏数 (羊单位);

$C_h$ — 家畜出栏率 (%);

$G_t$ — 草地放牧时间 (天);

$A_r$ — 计算单元的草地面积 (hm<sup>2</sup>)。



附 录 D  
(规范性附录)  
参数变化统计表

表D.1 各类生态系统面积及变化统计表

单位:km<sup>2</sup>

| 类型        | 背景年面积 | 基准年面积 | 评估年面积 | 基准年与背景年<br>面积差 | 评估年与基准年<br>面积差 |
|-----------|-------|-------|-------|----------------|----------------|
| 草地生态系统    |       |       |       |                |                |
| 森林生态系统    |       |       |       |                |                |
| 荒漠生态系统    |       |       |       |                |                |
| 农田生态系统    |       |       |       |                |                |
| 水体与湿地生态系统 |       |       |       |                |                |
| 聚落        |       |       |       |                |                |
| 其他生态系统    |       |       |       |                |                |

表D.2 不同生态系统之间转类面积矩阵统计表

单位:km<sup>2</sup>

| 类型        | 草地生<br>态系统 | 森林生<br>态系统 | 荒漠生<br>态系统 | 农田生<br>态系统 | 水体与湿地<br>生态系统 | 聚落 | 其他生态<br>系统 |
|-----------|------------|------------|------------|------------|---------------|----|------------|
| 草地生态系统    |            |            |            |            |               |    |            |
| 森林生态系统    |            |            |            |            |               |    |            |
| 荒漠生态系统    |            |            |            |            |               |    |            |
| 农田生态系统    |            |            |            |            |               |    |            |
| 水体与湿地生态系统 |            |            |            |            |               |    |            |
| 聚落        |            |            |            |            |               |    |            |
| 其他生态系统    |            |            |            |            |               |    |            |

表D.3 生态系统动态度及变化统计表

| 区域     | 背景年~基准年 | 基准年~评估年 | 两时段差值 |
|--------|---------|---------|-------|
| 评价单元 1 |         |         |       |
| 评价单元 2 |         |         |       |

表D.4 草地退化和恢复分类面积及比例统计表

单位: km<sup>2</sup>, %

| 区域  | 时段      | 退化草地好转 |    | 无退化 |    | 轻度退化 |    | 中度退化 |    | 重度退化 |    | 退化草地总面积 |    |
|---|---------|--------|----|-----|----|------|----|------|----|------|----|---------|----|
|   |         | 面积     | 比例 | 面积  | 比例 | 面积   | 比例 | 面积   | 比例 | 面积   | 比例 | 面积      | 比例 |
| 评价单元 1  | 背景年~基准年 |        |    |     |    |      |    |      |    |      |    |         |    |
|   | 基准年~评估年 |        |    |     |    |      |    |      |    |      |    |         |    |
|   | 两时段差值   |        | *  |     | *  |      | *  |      | *  |      | *  |         | *  |
| 评价单元 2  | 背景年~基准年 |        |    |     |    |      |    |      |    |      |    |         |    |
|   | 基准年~评估年 |        |    |     |    |      |    |      |    |      |    |         |    |
|   | 两时段差值   |        | *  |     | *  |      | *  |      | *  |      | *  |         | *  |
| 注: *表示计算方法为: 工程实施后(基准年~评估年)变化面积减去工程实施后(背景年~基准年)变化面积, 除以本底期间变化面积 |         |        |    |     |    |      |    |      |    |      |    |         |    |

表D.5 草地退化状况变化指数统计表

| 区域     | 背景年~基准年 | 基准年~评估年 | 两个时段比较 |
|--------|---------|---------|--------|
| 评价单元 1 |         |         |        |
| 评价单元 2 |         |         |        |

表D.6 植被覆盖度平均值和倾斜率统计表

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值 (%) | 倾斜率 | 平均值 (%) | 倾斜率 | 差值 (%)  | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.7 植被净初级生产力 (NPP) 平均值和倾斜率统计表

单位: gC/m<sup>2</sup>/a

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.8 植被生物量平均值和倾斜率统计表

单位: g/m<sup>2</sup>

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.9 土地覆被状况指数及其变化统计表

单位: %

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.10 土地覆被转类指数统计表

| 区域     | 背景年~基准年 | 基准年~评估年 | 背景年~评估年 |
|--------|---------|---------|---------|
| 评价单元 1 |         |         |         |
| 评价单元 2 |         |         |         |

表D.11 植物物种丰富度及其变化统计表

单位: 个/m<sup>2</sup>

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.12 植物多样性指数及其变化统计表

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.13 植被均匀度指数及其变化统计表

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.14 物种重要值及其变化统计表

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.15 地表水环境质量指数及其变化统计表

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.16 土壤环境质量指数及其变化

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.17 环境空气质量及其变化统计表

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.18 多年冻土上限深度及其变化

单位: m

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.19 生态系统水源涵养量及其变化统计表

单位: m<sup>3</sup>

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.20 生态系统水源涵养服务功能保有率及其变化统计表

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.21 主要河流枯水季径流量及其变化统计表

单位: 亿m<sup>3</sup>

| 区域        |        | 背景年~评估年 |     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 后两个时段平均值 |     |
|-----------|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|----------|-----|
|           |        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值       | 变化率 |
| 黄河<br>流域  | 吉迈水文站  |         |     |         |     |         |     |          |     |
|           | 唐乃亥水文站 |         |     |         |     |         |     |          |     |
| 长江<br>流域  | 沱沱河水文站 |         |     |         |     |         |     |          |     |
|           | 直门达水文站 |         |     |         |     |         |     |          |     |
| 澜沧江<br>流域 | 香达水文站  |         |     |         |     |         |     |          |     |

表D.22 夏季径流调节系数及其变化统计表

| 区域        |        | 背景年~评估年 |     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 后两个时段<br>平均值 |     |
|-----------|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|--------------|-----|
|           |        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值           | 变化率 |
| 黄河<br>流域  | 吉迈水文站  |         |     |         |     |         |     |              |     |
|           | 唐乃亥水文站 |         |     |         |     |         |     |              |     |
| 长江<br>流域  | 沱沱河水文站 |         |     |         |     |         |     |              |     |
|           | 直门达水文站 |         |     |         |     |         |     |              |     |
| 澜沧江<br>流域 | 香达水文站  |         |     |         |     |         |     |              |     |

表D.23 土壤水蚀模数及其变化统计表

单位: t·hm<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.24 生态系统土壤保持量及其变化统计表

单位: t/a

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.25 生态系统土壤保持服务功能保有率及其变化统计表

单位：%

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.26 主要河流径流含沙量及其变化统计表

单位：kg/m<sup>3</sup>

| 区域        |        | 背景年~评估年 |     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 后两个时段<br>平均值 |     |
|-----------|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|--------------|-----|
|           |        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值           | 变化率 |
| 黄河<br>流域  | 吉迈水文站  |         |     |         |     |         |     |              |     |
|           | 唐乃亥水文站 |         |     |         |     |         |     |              |     |
| 长江<br>流域  | 沱沱河水文站 |         |     |         |     |         |     |              |     |
|           | 直门达水文站 |         |     |         |     |         |     |              |     |
| 澜沧江<br>流域 | 香达水文站  |         |     |         |     |         |     |              |     |

表D.27 土壤风蚀模数及其变化统计表

单位：t·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.28 生态系统防风固沙量及其变化统计表

单位：t/a

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.29 生态系统防风固沙服务功能保有率及其变化统计表

单位：%

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.30 草地产草量及其变化统计表

单位: kg/hm<sup>2</sup>

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.31 草地理论载畜量及其变化统计表

单位: 羊单位/hm<sup>2</sup>

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.32 主要河流径流量及其变化统计表

单位: 亿m<sup>3</sup>

| 区域    |        | 背景年~评估年 |     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 后两个时段平均值 |     |
|-------|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|----------|-----|
|       |        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值       | 变化率 |
| 黄河流域  | 吉迈水文站  |         |     |         |     |         |     |          |     |
|       | 唐乃亥水文站 |         |     |         |     |         |     |          |     |
| 长江流域  | 沱沱河水文站 |         |     |         |     |         |     |          |     |
|       | 直门达水文站 |         |     |         |     |         |     |          |     |
| 澜沧江流域 | 香达水文站  |         |     |         |     |         |     |          |     |

表D.33 主要湖泊面积及其变化统计表

单位: km<sup>2</sup>

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D.34 主要湖泊水量及其变化统计表

单位: m<sup>3</sup>

| 区域     | 背景年 | 基准年 | 评估年 | 基准年与背景年面积差 | 评估年与基准年面积差 | 评估年与背景年面积差 |
|--------|-----|-----|-----|------------|------------|------------|
| 评价单元 1 |     |     |     |            |            |            |
| 评价单元 2 |     |     |     |            |            |            |

表D. 35 主要冰川面积及其变化统计表

单位: km<sup>2</sup>

| 区域     | 背景年 | 基准年 | 评估年 | 基准年与背景<br>年面积差 | 评估年与基准<br>年面积差 | 评估年与背景<br>年面积差 |
|--------|-----|-----|-----|----------------|----------------|----------------|
| 评价单元 1 |     |     |     |                |                |                |
| 评价单元 2 |     |     |     |                |                |                |

表D. 36 地下水资源量及其变化统计表

单位: 亿m<sup>3</sup>

| 区域     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值      | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |

表D. 37 气温及其变化统计表

单位: °C

| 区域     | 背景年~评估年 |     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 后两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|----------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值       | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |          |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |          |     |

表D. 38 降水量及其变化统计表

单位: mm

| 区域     | 背景年~评估年 |     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 后两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|----------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值       | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |          |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |          |     |

表D. 39 湿润系数及其变化统计表

| 区域     | 背景年~评估年 |     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 后两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|----------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值       | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |          |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |          |     |

表D. 40 草地压力指数及其变化统计表

| 区域     | 背景年~评估年 |     | 背景年~基准年 |     | 基准年~评估年 |     | 后两个时段平均值 |     |
|--------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|----------|-----|
|        | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 平均值     | 倾斜率 | 差值       | 变化率 |
| 评价单元 1 |         |     |         |     |         |     |          |     |
| 评价单元 2 |         |     |         |     |         |     |          |     |



表D. 41 工程区内外相关评价指标及其变化统计表

| 时段       |       | 工程区内 | 工程区外 | 工程区内与工程区外<br>差值 | 工程区内与工程区外<br>的变化率 |
|----------|-------|------|------|-----------------|-------------------|
| 背景年~基准年  | 平均值   |      |      |                 |                   |
|          | 倾斜率   |      |      |                 |                   |
| 基准年~评估年  | 平均值   |      |      |                 |                   |
|          | 倾斜率   |      |      |                 |                   |
| 两个时段     | 平均值差值 |      |      |                 |                   |
|          | 倾斜率比较 |      |      | --              | --                |
| 注：--表示无值 |       |      |      |                 |                   |

表D. 42 自然保护区内生态系统状况变化指数（ECI）统计表

|              | 保护区内 | 保护区外 | 保护区内与保护区外差值 |
|--------------|------|------|-------------|
| <b>ECI 值</b> |      |      |             |

表D. 43 真实与平均气候状态下生态系统重要评价参数变化统计表

| 指标参数          | 真实气候状况 |     | 平均气候状况 |     |
|---------------|--------|-----|--------|-----|
|               | 平均值    | 倾斜率 | 平均值    | 倾斜率 |
| 植被净初级生产力（NPP） |        |     |        |     |
| 水源涵养          |        |     |        |     |
| 土壤水蚀模数        |        |     |        |     |
| 土壤风蚀模数        |        |     |        |     |

表D. 44 生态系统变化的生态工程与气候影响贡献率统计表

单位：%

| 指标参数       | 气候影响贡献率 | 生态工程影响贡献率 |
|------------|---------|-----------|
| <b>NPP</b> |         |           |
| 水源涵养       |         |           |
| 土壤水蚀模数     |         |           |
| 土壤风蚀模数     |         |           |