

光伏开发项目区域生态评价技术规范

宁夏回族自治区生态环境厅

2025 年 8 月

目 录

前 言.....	I
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
3.1 参照区.....	1
3.2 水源涵养.....	2
3.3 土壤保持.....	2
3.4 防风固沙.....	2
3.5 碳储存.....	2
4 工作流程.....	2
5 评价指标.....	3
6 评价方法.....	4
6.1 评价指标标准化处理.....	4
6.2 评价指数计算.....	5
6.3 生态综合指数计算.....	7
7 评价结果.....	7
7.1 光伏开发项目区域生态评价分级.....	7
7.2 光伏开发项目区域生态监测评价报告.....	8
8 质量控制.....	9
附录 A.....	10
(资料性附录)	10
光伏开发项目区域生态监测评价报告编制提纲.....	10

前 言

为规范光伏开发项目区域生态评价工作，科学判断、准确掌握光伏开发活动对生态环境的影响和光伏开发项目区域生态保护修复成效，夯实“草光互补”“林光互补”光伏发电项目生态环境监督工作基础，统筹推进光伏产业高质量发展和生态高水平保护，制定本规范。

本规范规定了光伏开发项目区域生态评价工作流程、评价指标、评价方法、评价结果、质量控制等技术要求以及光伏开发项目区域生态监测评价报告编制提纲。

本规范为首次发布，自 2025 年 10 月 1 日起实施。

本规范由宁夏回族自治区生态环境厅组织制订并负责解释。

1 适用范围

本规范规定了光伏开发项目区域生态评价工作流程、评价指标、评价方法、评价结果、质量控制以及光伏开发项目区域生态监测评价报告编制提纲等要求。

本规范适用于光伏开发项目区域生态状况及生态保护修复成效评价，适用于光伏开发项目区域生态评价和“草光互补”“林光互补”光伏发电项目生态环境监督。

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规范必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本规范；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

HJ 192 生态环境状况评价技术规范

HJ 1172 全国生态状况调查评估技术规范——生态系统质量评估

HJ 1173 全国生态状况调查评估技术规范——生态系统服务功能评估

HJ 1338 荒漠化区域生态质量评价技术规范

区域生态质量评价办法（试行）（环监测〔2021〕99号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 参照区

参照区是为光伏开发项目区域生态评价提供参照的区域，表征项目建设前光伏开发项目区域的生态本底。

参照区设置应具有代表性、稳定性，参照区的数量、面积应足以代表光伏开发项目所在地区的生态系统类型和特征。根据光伏开发项目所在地区的生态复杂性、生态系统类型和光伏开发影响区域数量等，可增加参照区数量。

3.2 水源涵养

生态系统通过其结构和过程拦截滞蓄降水，增强土壤下渗，涵养土壤水分和补充地下水，调节河川流量，增加可利用水资源量的功能。

3.3 土壤保持

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，防止泥沙淤积的功能。

3.4 防风固沙

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。

3.5 碳储存

绿色植物通过光合作用吸收大气中的二氧化碳，并固定在植物体或土壤中。

4 工作流程

光伏开发项目区域生态评价主要包括以下步骤：（1）制定工作方案，确定评价区域、评价周期、数据来源、质量控制方法等；（2）准备评价资料，收集光伏开发项目区域生态评价所需数据资料；（3）根据各项指标在光伏开发项目区域和参照区的监测值，进行标准化处理，计算光伏开发项目区域生态评价各项指标的变化值；（4）计算光伏开发

项目区域生态系统结构指数、生态系统质量指数和生态服务功能指数；（5）计算光伏开发项目区域生态综合指数；（6）确定光伏开发项目区域生态状况变化分级，科学判断光伏开发活动对生态环境的影响和光伏开发项目区域生态保护修复成效；（7）结合光伏开发项目区域生态监测数据，编制光伏开发项目区域生态监测评价报告。

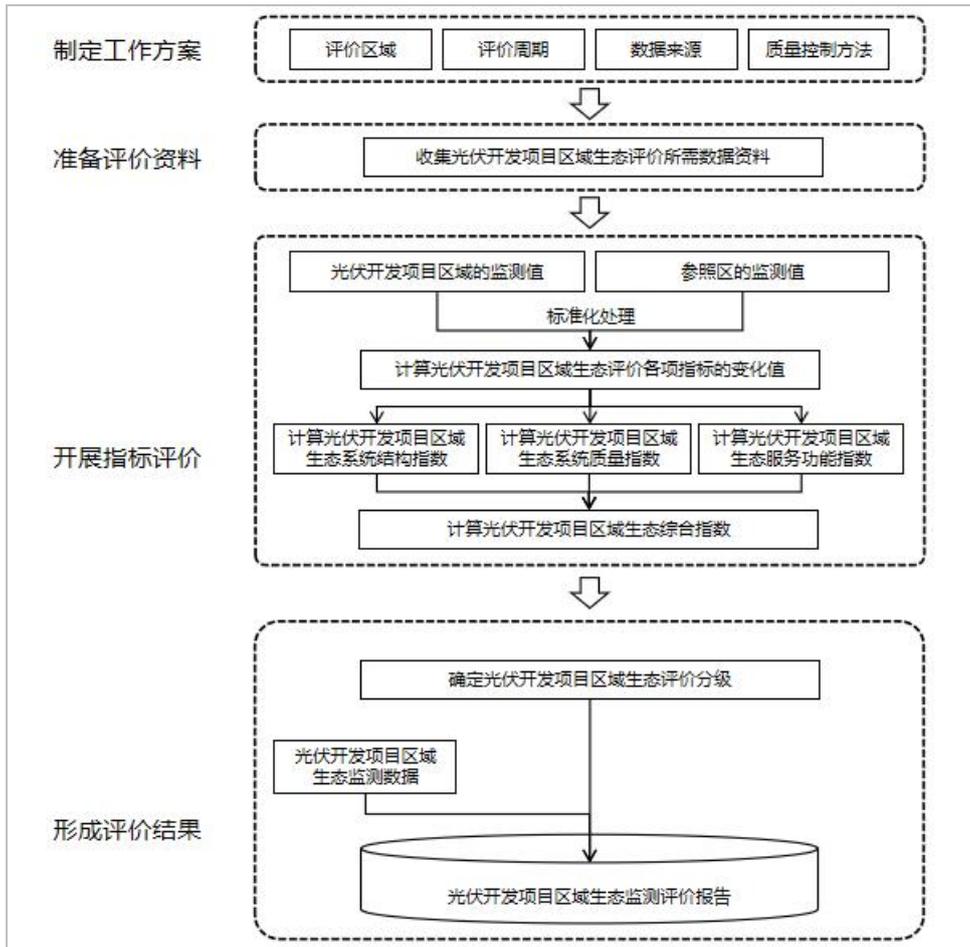


图 1 光伏开发项目区域生态评价工作流程

5 评价指标

以提升生态系统多样性、稳定性、持续性为目标，以生态系统结构、生态系统质量、生态服务功能为重点，建立光伏开发项目区域生态评价指标体系。

光伏开发项目区域生态评价指标体系包括 2 个层级，一级指标包括生态系统结构、生态系统质量、生态服务功能 3 个方面，二级指标共 13 项，见表 1。

表 1 光伏开发项目区域生态评价指标体系

序号	一级指标	二级指标
1	生态系统结构	高等植物丰富度
2		脊椎动物丰富度
3		昆虫丰富度
4		植被覆盖度
5		叶面积指数
6		植被高度
7	生态系统质量	地上生物量
8		地下生物量
9		总初级生产力
10	生态服务功能	水源涵养量
11		防风固沙量
12		土壤保持量
13		碳储存量

6 评价方法

6.1 评价指标标准化处理

为科学判断、准确掌握光伏开发活动对生态环境的影响

和光伏开发项目区域生态保护修复成效，光伏开发项目区域生态评价各项指标分别在光伏开发项目区域和参照区内取值，即各项评价指标在光伏开发项目区域和参照区的监测值。其中，各项评价指标在参照区的监测值，用于表征光伏开发项目区域的生态本底。

根据各项评价指标在光伏开发项目区域和参照区的监测值，通过标准化处理，计算光伏开发项目区域生态评价各项指标的变化值，将指标监测值转化为直观、可比的指标变化值，反映光伏开发项目区域生态状况相对于项目建设前的变化情况。各项评价指标的标准化处理公式如下：

$$CAI_i = \frac{AI_{i(pa)} - AI_{i(ra)}}{AI_{i(pa)} + AI_{i(ra)}} \quad (1)$$

式中： CAI_i ——第 i 项指标的变化值， $-1 \leq CAI_i \leq 1$ ；

$AI_{i(pa)}$ ——光伏开发项目区域第 i 项指标的监测值，

$AI_{i(pa)} > 0$ ；

$AI_{i(ra)}$ ——参照区第 i 项指标的监测值， $AI_{i(ra)} > 0$ ；

i ——光伏开发项目区域生态评价二级指标的序号，见表 1。

若 $AI_{i(pa)}=0$ 且 $AI_{i(ra)}=0$ 时， CAI_i 为 0。

6.2 评价指数计算

6.2.1 生态系统结构指数

生态系统结构的评价指标共包括高等植物丰富度、脊椎动物丰富度、昆虫丰富度、植被覆盖度、叶面积指数、植被

高度 6 项指标。

生态系统结构指数由上述 6 项评价指标的变化值加权求和计算得出，计算公式如下：

$$ESI=CAI_1 \times 0.2 + CAI_2 \times 0.2 + CAI_3 \times 0.2 + CAI_4 \times 0.2 + CAI_5 \times 0.1 + CAI_6 \times 0.1 \quad (2)$$

式中： ESI ——生态系统结构指数；

CAI_1 ——高等植物丰富度变化值；

CAI_2 ——脊椎动物丰富度变化值；

CAI_3 ——昆虫丰富度变化值；

CAI_4 ——植被覆盖度变化值；

CAI_5 ——叶面积指数变化值；

CAI_6 ——植被高度变化值。

6.2.2 生态系统质量指数

生态系统质量的评价指标共包括地上生物量、地下生物量、总初级生产力 3 项指标。

生态系统质量指数由上述 3 项评价指标的变化值加权求和计算得出，计算公式如下：

$$EQI=CAI_1 \times 0.3 + CAI_2 \times 0.3 + CAI_3 \times 0.4 \quad (3)$$

式中： EQI ——生态系统质量指数；

CAI_1 ——地上生物量变化值；

CAI_2 ——地下生物量变化值；

CAI_3 ——总初级生产力变化值。

6.2.3 生态服务功能指数

生态服务功能的评价指标共包括水源涵养量、防风固沙量、土壤保持量、碳储量 4 项指标。

生态服务功能指数由上述 4 项评价指标的变化值加权求和计算得出，计算公式如下：

$$ESFI=CAI_1\times 0.2+CAI_2\times 0.35+CAI_3\times 0.25+CAI_4\times 0.2 \quad (4)$$

式中： $ESFI$ ——生态服务功能指数；

CAI_1 ——水源涵养量变化值；

CAI_2 ——防风固沙量变化值；

CAI_3 ——土壤保持量变化值；

CAI_4 ——碳储量变化值。

6.3 生态综合指数计算

光伏开发项目区域生态综合指数 ($PVEI$) 由生态系统结构指数 (ESI)、生态系统质量指数 (EQI)、生态服务功能指数 ($ESFI$) 3 项指数组成，计算公式如下：

$$PVEI=ESI\times 0.3+EQI\times 0.3+ESFI\times 0.4 \quad (5)$$

式中： $PVEI$ ——光伏开发项目区域生态综合指数；

ESI ——生态系统结构指数；

EQI ——生态系统质量指数；

$ESFI$ ——生态服务功能指数。

7 评价结果

7.1 光伏开发项目区域生态评价分级

根据光伏开发项目区域生态综合指数 ($PVEI$)，将光伏开发项目区域生态状况变化分为三级，分别为变好、基本稳

定和变差。具体如下：

表 2 光伏开发项目区域生态状况变化分级

生态状况变化等级	<i>PVEI</i> 阈值
变好	$PVEI \geq 0.01$
基本稳定	$-0.01 < PVEI < 0.01$
变差	$PVEI \leq -0.01$

表 3 光伏开发项目区域生态状况变化等级描述

生态状况变化等级	描述
变好	光伏开发项目区域生态状况与项目建设前相比显著改善，光伏开发活动对生态环境的影响轻微，光伏开发项目区域生态保护修复成效显著。
基本稳定	光伏开发项目区域生态状况与项目建设前相比保持基本稳定，光伏开发活动对生态环境的影响较轻，光伏开发项目区域生态保护修复取得成效。
变差	光伏开发项目区域生态状况与项目建设前相比明显变差，光伏开发活动对生态环境的影响较大，光伏开发项目区域生态保护修复成效较差。

7.2 光伏开发项目区域生态监测评价报告

项目实施前、施工期结束、运营期每五年，开展光伏开发项目区域生态评价，编制光伏开发项目区域生态监测评价报告，为“草光互补”“林光互补”光伏发电项目生态环境

监督提供依据，主要包括：（1）分析光伏开发项目区域生态系统结构、生态系统质量、生态服务功能、环境条件等及其相对于项目建设前的变化情况，判断光伏开发活动对生态环境的影响；（2）评估光伏开发项目区域生态保护修复成效，推动科学、有效的生态保护修复，提升生态系统多样性、稳定性、持续性；（3）提出“草光互补”“林光互补”光伏发电项目生态环境监督的有关建议，明确“草光互补”“林光互补”光伏发电项目生态环境监督的重点地区、重点项目等。

光伏开发项目区域生态监测评价报告编制提纲见附录A。

8 质量控制

（1）按照光伏开发项目区域生态监测评价报告编制提纲要求，规范、完整、准确编制监测评价报告。

（2）光伏开发项目区域生态评价的相关指标数据按照《生物多样性观测技术导则》（HJ 710.1、HJ 710.3、HJ 710.4、HJ 710.5、HJ 710.6）和相关技术规定的要求开展质量保证与质量控制工作。

附录 A

(资料性附录)

光伏开发项目区域生态监测评价报告编制提纲

一、基本情况

(一) 光伏开发项目概况

介绍光伏开发项目基本情况，主要包括光伏开发项目装机容量、年发电量、建设计划、运营时间、退役时间以及生态保护修复情况等。

(二) 光伏开发项目区域概况

介绍光伏开发项目区域所属行政区域、地理位置、土地面积、植被类型、气候条件以及矢量边界等。

(三) 参照区概况

介绍参照区数量、面积、地理位置、与光伏开发项目区域的位置关系、植被类型、气候条件等。

二、监测评价工作

(一) 样地(线)设置

介绍光伏开发项目区域板前区、板间区、板下区以及参照区的样地(线)和样方设置情况，包括样方坐标、矢量分布图等。

(二) 监测数据

描述光伏开发项目区域生态监测各项监测指标的监测

时间、监测方法、监测数据。其中，光伏开发项目区域生态监测指标包括生态系统结构 8 项指标（植被类型、优势种、高等植物丰富度、脊椎动物丰富度、昆虫丰富度、植被覆盖度、叶面积指数、植被高度）、生态系统质量 3 项指标（地上生物量、地下生物量、总初级生产力）、生态服务功能 4 项指标（水源涵养量、防风固沙量、土壤保持量、碳储存量）和环境条件 8 项指标（风速、气温、降水量、蒸发量、土壤有机质含量、土壤 pH 值、土壤容重、土壤含水量）。

（三）评价结果

描述光伏开发项目区域生态评价结果，包括各项指标的变化值、生态系统结构指数、生态系统质量指数、生态服务功能指数、生态综合指数，对光伏开发项目区域生态状况变化进行定量评价。

三、结果分析

（一）光伏开发项目区域生态状况变化

分析施工期、运营期光伏开发项目区域生态系统结构、生态系统质量、生态服务功能等生态状况变化情况。

（二）光伏开发项目区域环境条件变化

分析施工期、运营期光伏开发项目区域气候条件、土壤水分、土壤理化性质等环境条件变化情况，识别有利于生态保护修复的环境条件变化。

（三）光伏开发项目区域生态保护修复成效

比较光伏开发项目区域和参照区的生态监测数据，从生态系统结构、生态系统质量、生态服务功能等方面，阐明光伏开发项目区域生态保护修复成效。

四、结论

根据光伏开发项目区域生态监测数据、生态评价结果等，阐明光伏开发活动对生态环境的影响以及光伏开发项目区域生态保护修复成效。

五、建议

提出“草光互补”“林光互补”光伏发电项目生态环境监督的有关建议。