

ICS 65.020.01

CCS B 60

CSF

团体标准

T/CSF 0064-2023

## 盐碱地生态修复效果评价技术规程

Code of practice for assessment of restored salt-affected land

2023-02-27 发布

2023-02-27 实施

中国林学会 发布

# 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 评价对象和原则 .....	2
5 评价流程 .....	2
6 评价指标和评价方法 .....	3
7 评价效果验收 .....	4
8 评价报告 .....	5
附录 A（规范性）不同用地修复后土壤潜在障碍因子技术指标要求 .....	6
附录 B（规范性）土壤样品采集、保存方法 .....	7
附录 C（资料性）盐碱地生态修复评价指标 .....	8
附录 D（规范性）评价指标的测定方法和计算方法 .....	12
附录 E（资料性）调查报告模板 .....	13
参考文献 .....	14

## 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。

本文件由中国林业科学研究院生态保护与修复研究所提出。

本文件由中国林学会归口。

本文件起草单位：中国林业科学研究院生态保护与修复研究所、中化环境控股有限公司、中建一局集团第三建筑有限公司、中国建筑股份有限公司、中国林业科学研究院黄河三角洲综合试验中心、天津绿茵景观生态建设股份有限公司、上海市园林科学规划研究院、天津泰达盐碱地绿化研究中心有限公司、巴彦淖尔市沙漠综合治理中心、通辽市林业工作站、天津田野自然生态科技有限公司。

本文件主要起草人：武海雯、杨秀艳、邹荣松、王计平、张华新、牛麟、边杨子、杨永利、张冬梅、梅晓丽、王冬、耿冠宇、张金龙、潘瑞萍、赵小军、朱昊林、张敖日格乐、杨臻琼。

# 盐碱地生态修复效果评价技术规程

## 1 范围

本文件规定了盐碱地生态修复效果的评价对象和评价原则、评价流程、评价指标和评价方法、评价效果验收以及评价报告等基本要求。

本文件适用于经生态修复后的盐碱地修复效果的评价。

## 2 规范性引用文件

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

GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB 19377 天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标

GB/T 21010 土地利用现状分类

GB/T 26535 国家重要湿地确定指标

GB/T 33469 耕地质量等级

CJ/T 340 绿化种植土壤

HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

## 3 术语和定义

### 3.1

#### **盐碱地 salt-affected land**

含盐碱成分的土壤及影响其利用潜力的各种自然因素组成的一个自然综合体（地形、气候、植被、土壤、地下水等）。

### 3.2

#### **盐碱土 salt-affected soils**

受气候、地形和水文地质条件等因素的作用，导致土壤表层含盐量超过 2 g/kg，或土壤碱化层的碱化度超过 5% 的土壤，包括盐土、碱土及其它不同程度盐化和碱化土壤，又称盐渍土。

### 3.3

#### **碱化度 exchangeable sodium percentage; ESP**

土壤胶体上吸附的交换性  $\text{Na}^+$  占阳离子交换量的百分率。

### 3.4

#### **土壤次生盐渍化 soil secondary salinization**

由于不合理的耕作、灌溉等人为活动引起地下水位上升，随着蒸发，地下水顺着毛细管上升到地表，导致土壤中盐分积累的现象。

### 3.5

#### **土壤障碍层 soil constraint layer**

在土壤剖面中出现的阻碍根系伸展、影响水分渗透的层次。

### 3.6

#### **有效土层厚度 effective soil layer thickness**

植物能够利用的母质层以上的土体总厚度；当有障碍层时，为障碍层以上的土层厚度。

## 4 评价对象和原则

### 4.1 评价对象

盐碱地经生态修复工程后依据 GB/T 21010 划分利用土地类型，评价土地按一级类型分为耕地、园地、林地、草地、其他土地等。

### 4.2 评价原则

4.2.1 坚持评价规范性，检测手段、调查方法、评价计算均采用国家标准、行业标准或地方标准的规范。

4.2.2 坚持评价可操作性，评价方法采用数字表征，做到量化、精准，有据可循。

4.2.3 坚持先进性，采用行业发展最新研究成果。

4.2.4 坚持经济与技术可行性，基于盐碱地生态修复效果的技术指标评价，把修复成本和后期维护持久性纳入评价效果因素，同时考虑计算结果的客观性。

## 5 评价流程

根据不同类型盐碱土的特点，在明确修复目标和应用方向后，消除土壤潜在障碍因子（见附录

A)，经过现场调查、土壤取样（方法见附录 B）、指标测定后，查询评价指标得分、权重（见附录 C 表 C.1）和修复难度系数（见附录 C 表 C.2 和表 C.3），综合计算后得出土壤修复效果评价得分，再对照评价结果分级（见附录 C 表 C.4）中划分的级别给出评价结果。土壤修复结果为合格及以上，可进行相应用地类型的农林业生产活动。如需进一步划分土壤质量级别，可采用已颁布的不同用地土壤质量的评价标准和方法（见第 7 章），进行综合评价并指导应用。如评价结果不合格，则需重新进行生态修复，之后再进行下一轮评价。评价流程如图 1 所示：

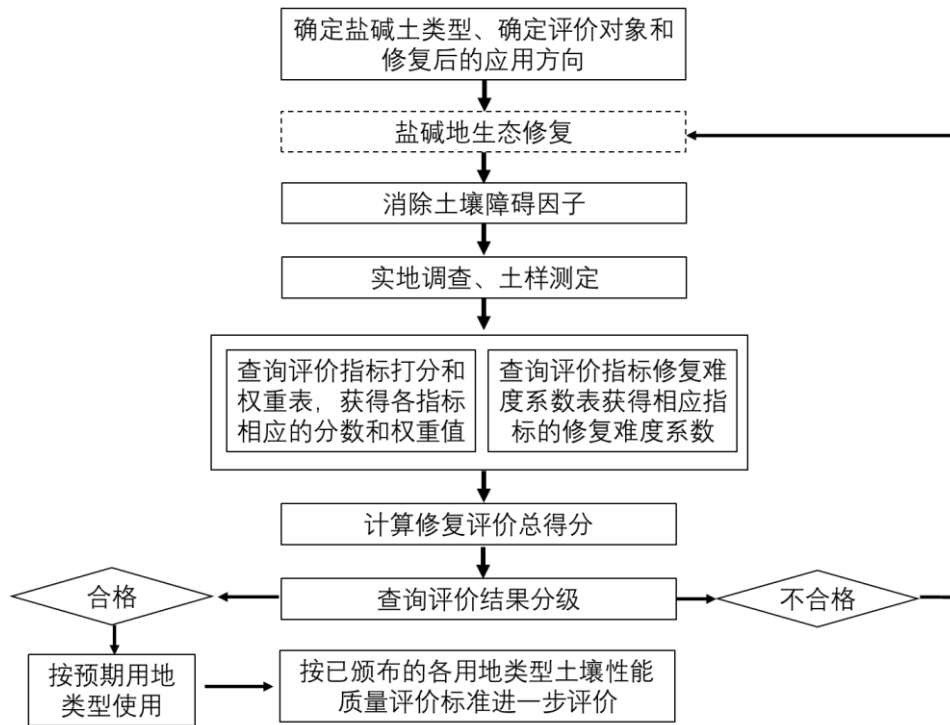


图 1 评价流程图

## 6 评价指标和评价方法

### 6.1 评价分类

将盐碱土壤按不同类型、不同修复目标及应用方向进行分类评价。

### 6.2 评价指标

选取最能代表盐渍化土壤特性的指标进行评价，并将评价指标分为两部分，一是修复效果指标，包括主控指标、土壤生产性能指标、修复效率评价指标；二是修复难度指标。

#### 6.2.1 主控指标

主控指标权重占比 60%，分为两类。第一类包括土壤含盐量、土壤 pH 值、土壤碱化度，分值权重占 40%；第二类按照不同土地利用类型，包括有机质含量、容重、有效土层厚度、土壤环境质量，分值权重占 20%。

### 6.2.2 土壤生产性能指标

土壤生产性能指标权重占比 25%，包括农作物、蔬菜水果产量或经济作物生物量，树木、草本植物成活率和植物存活率等 3 个指标，以及 0 cm~30 cm（或 0 cm~100 cm）土层除土壤有机质外的其他养分（主要为必需大量元素六种：N、P、K、S、Mg、Ca，必需微量元素六种：Fe、Mn、Cu、Zn、Mo、B）。

### 6.2.3 生态修复效率评价指标

修复效率评价指标权重占 15%，包括投产比、修复所需时间、修复效果可持续时间、可推广性。

### 6.2.4 生态修复难度系数

在不同盐碱土类型、修复目标和应用方向下，进行盐碱地生态修复难度评价，具体评价指标和难度系数见附录 C 表 C.2 和表 C.3。

## 6.3 评价方法

### 6.3.1 评价得分方法

采用综合指标评价法，将各项指标对修复效果的贡献值（权重）设为 100%，每项指标总分值 100 分。具体评价指标内容及分值权重见附录 C 表 C.1。

### 6.3.2 评价结果计算方法

选择的评价指标检测和计算方法见附录 D，按照附录 C 表 C.1 中的不同级别查出对应的得分和权重，从附录 C 表 C.2 和表 C.3 中查出对应的难度系数，利用以下公式进行计算，得出总得分。

$$V = \sum (S_i \times W_i \times H_i)$$

式中：

V ——总得分

$S_i$  ——第 i 个指标在打分表中相应的得分；

$W_i$  ——第 i 个指标所对应的权重；

$H_i$  ——第 i 个指标所对应的难度系数，如果难度系数表中无该指标，则难度系数为 1。

计算出总得分后，查询评价结果分级（见附录 C 表 C.4），给出评价结果。

## 7 评价效果验收

盐碱土壤生态修复后，评价结果合格及以上的土地可作为目标用地使用，如需要对土壤质量进一步分级或评价，宜采用如下要求进行：

7.1 修复后用于农田耕地的，土壤质量评价与分级按照 GB/T 33469 的规定执行。

7.2 修复后用于林地和生态建设用地的土壤质量评价与分级按照 GB 15618 的规定执行；其中土壤环

境检测技术规范按照 HJ/T 166 的规定执行。

7.3 修复后用于园林绿化用地的土壤质量评价与分级按照 CJ/T 340 的规定执行。

7.4 修复后用于草地的土壤质量评价与分级按照 GB 19377 的规定执行。

7.5 修复后用于湿地的土壤质量评价与分级按照 GB/T 26535 的规定执行。

## 8 评价报告

按照评价流程，形成项目区盐碱地生态修复效果评价报告。评价报告模板见附录 E。



附录 A  
(规范性)

不同用地修复后土壤潜在障碍因子技术指标要求

土壤障碍因子是指土体中妨碍植物正常生长发育，对植物产品产量和品质造成不良影响的因素，如土壤侵入体、干旱、积水和潜在毒害等。不同用地修复后土壤潜在障碍因子技术指标要求见表 A. 1。

表 A. 1 不同用地修复后土壤潜在障碍因子技术指标要求

土壤障碍因子	指标单位	技术指标要求		
		耕地、草地	园地、林地	其它土地
可视杂物	块/m <sup>2</sup>	<3	<5	<5
直径>5 cm 的土壤侵入体	块/0.3m <sup>3</sup>	<3	<5	<5
石砾含量# (粒径≥2 mm)	质量百分比 (%)	≤10	≤20	≤20
水分障碍	含水量 (%)	在稳定凋萎含水量和田间持水量之间	在稳定凋萎含水量和田间持水量之间	在稳定凋萎含水量和田间持水量之间
潜在毒害	可溶性氯离子 (Cl <sup>-</sup> ) * /(mg/L)	<100	<180	<180
	交换性钠离子 (Na <sup>+</sup> ) /(mg/kg)	<100	<120	<120

注：① # 除为了排水或通气等特殊要求外；\* 水饱和浸提。  
 ② 可视杂物指土壤中肉眼可辨别的动植物残体、塑料、建筑垃圾等不可再利用的侵入体。  
 ③ 土壤侵入体是指土壤中不是由成土过程所产生，而是由外力（主要是人为活动）加入到土壤的特殊物质，包括碎石、砾石、砖瓦块、器皿、玻璃、水泥、塑料、金属物等人为物质，以及动物骨骼、根和茎干的残体、软体动物的甲壳等生物遗存物。

附录 B  
(规范性)  
土壤样品采集、保存方法

土壤及其环境的描述按照 GB/T 32726 的规定执行。

土壤采样程序设计、野外操作步骤及样本制备之前的运输和贮存所需处理等方法按照 GB/T 36393 的规定执行。

土样的勘查、采样、保存、处理及采样报告编制等方法按照 GB/T 36199 和 GB/T 36197 的规定执行。

土壤样品的短期或长期保存方法按照 GB/T 32722 的规定执行。

## 附录 C

(资料性)

## 盐碱地生态修复评价指标

表 C.1 盐碱地生态修复效果评价指标得分值和权重表

指标类型	指标	取样深度 (cm) 或 适合对象	数值范围			得分	权重
			滨海盐碱地	内陆盐碱地	苏打盐碱地		
主控指标 (占 60%)	土壤含盐量 (%)	耕地 0~30; 园地 0~100; 林地 0~100; 草地 0~30	>0.8	>1.2	>0.6	0	15%
			0.6~0.8	0.8~1.2	0.4~0.6	5	
			0.3~0.6	0.6~0.8	0.2~0.4	8	
			<0.3	<0.6	<0.2	10	
	土壤 pH 值	耕地 0~30; 园地 0~100; 林地 0~100; 草地 0~30	>9.0	>9.5	>9.5	0	15%
			8.8~9.0	9.0~9.5	9.0~9.5	5	
			8.3~8.8	8.5~9.0	8.5~9.0	7	
			8.0~8.3	8.0~8.5	8.0~8.5	9	
			<8.0	<8.0	<8.0	10	
	土壤碱化度 (%)	耕地 0~30; 园地 0~100; 林地 0~100; 草地 0~30	>15	>15	>30	0	10%
			10~15	10~15	20~30	5	
			5~10	5~10	10~20	8	
			/	/	5~10	9	
			<5	<5	<5	10	
	土壤有机质 (g/kg)	耕地 0~30; 园地 0~100; 林地 0~100; 草地 0~30	>20	>20	>12	10	10%
			10~20	10~20	10~12	9	
			6~10	6~10	6~10	6	
			<6	<6	<6	0	
	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	耕地 0~30; 园地 0~50; 林地 0~50; 草地 0~30	>1.5	>1.4	>1.5	0	5%
			1.4~1.5	1.3~1.4	1.4~1.5	7	
			1.3~1.4	1.2~1.3	1.3~1.4	9	
			<1.3	<1.2	<1.3	10	
	有效土层厚度 (cm)	/	>150	>100	>50	10	2.5%
			>100	>80~100	>40~50	9	
			30~80	20~60	20~40	8	
			<30	<20	<10	6	
			<10	<5	<2	0	
	土壤环境质量 (内梅罗 污染指数)	0~80 适合所有土地	>3.0 (重度污染)			0	2.5%
2.0~3.0 (中度污染)			1				
1.0~2.0 (轻度污染)			6				
0.7~1.0 (警戒线)			8				
<0.7 (清洁)			10				

表 C.1 盐碱地生态修复效果评价指标得分值和权重表（续）

指标类型	指标	评价时期及适用对象	数值范围	得分	权重
土壤生产性能指标 (占 25%)	产量 (生物量)	农作物、蔬菜、水果等一个生长季的产量或经济作物的生物量	高于平均产量或生物量 30%以上	100	10%
			高于平均产量或生物量 10%	90	
			平均产量或生物量	70	
			低于平均产量或生物量 10%	60	
			低于平均产量或生物量 30%	50	
	植物成活率 (%)	植物生长至少一个季节； 适合耕地和草地	>95%	100	5%
			80%~95%	90	
			60%~80%	80	
			50%~60%	60	
	植物存活率 (%)	一年生植物在生长季末计算； 多年生植物至少一个周期年； 更适合园地和林地	>95%	100	5%
			80%~95%	90	
			60%~80%	80	
			50%~60%	60	
	0~30cm (或 0~100cm) 土层除有机质以外的其它养分	在申请评价的年度，按土壤养分含量分级标准分级	极低	0	5%
			低	60	
			中	70	
中上			80		
高			100		
修复效率指标 (占 15%)	产投比	适合所有土地	<0.8	60	5%
			0.8~1.2	80	
			>1.2	100	
	修复所需时间 (年)	适合所有土地	<1 年	100	5%
			1~2 年	80	
			2~3 年	70	
			>3 年	60	
	修复效果可 持续时间 (年)	适合所有土地，用于修复完成 2 年后评价	>6 年	100	2.5%
			4~6 年	80	
			2~4 年	60	
	可推广性	适合所有土地，用于修复完成 2 年后评价	适宜各种类型盐碱地	100	2.5%
			适宜两种类型及以上的盐碱地	80	
适宜一种类型			60		

表 C.2 盐碱地生态修复难度系数

指标	修复前指标数值	达到修复指标值的难度系数		
土壤含盐量 (%)	盐碱地类型及盐度分级	滨海盐碱地 0.6~0.8 内陆盐碱地 1.0~1.2 苏打盐碱地 0.6~0.8	滨海盐碱地 0.3~0.6 内陆盐碱地 0.6~1.0 苏打盐碱地 0.4~0.6	滨海盐碱地<0.3 内陆盐碱地<0.6 苏打盐碱地<0.4
	>2	8	9	10
	1.5~2.0	7	8	9
	0.8~1.5	5	6	7
土壤 pH 值	pH 值分级	9.0~9.5	8.0~9.0	<8.0
	>10.0	8	9	10
	9.0~10.0	5	7	9
	8.0~9.0	1	3	5
土壤碱化度 (%)	碱化度分级	20~30	10~20	5~10
	>30	8	9	10
	20~30	1	7	9
	10~20	-5	1	3
土壤有机质 (g/kg)	有机质含量分级	6~10	10~20	>20
	<1	8	9	10
	1~6	5	7	9
	6~10	1	3	6
土壤容重 (g/cm <sup>3</sup> )	容重分级	1.4~1.5	1.3~1.4	<1.3
	>1.7	8	9	10
	1.5~1.7	7	8	9
	1.4~1.5	1	3	5
注：查土壤含盐量的修复难度系数时，应按照表头所示不同盐碱土类型划分的含盐量范围查对应的得分；其他指标查相应的难度系数即可，不需要分不同盐碱土类型。				

表 C.3 土壤清洁度分级难度系数

土壤 清洁度	清洁度分级	修复后达到不同清洁程度的难度系数				
		>3.0	2.0~3.0	1.0~2.0	0.7~1.0	<0.7
	>3.0 (重度污染)	0	6	8	9	10
	2.0~3.0 (中度污染)	-8	-1	3	6	9
	1.0~2.0 (轻度污染)	-9	-8	1	3	4
	0.7~1.0 (警戒线)	-10	-8	-5	1	2
	<0.7 (清洁)	-10	-8	-5	-3	1

表 C.4 盐碱地生态修复评价结果分级

土地类型	综合评价得分分级			
	不合格	合格	良好	优秀
园地、林地	<45	45~55	55~65	>65
耕地、菜地	<50	50~60	60~70	>70
草地和其他	<40	40~50	50~60	>60

## 附录 D

(规范性)

## 评价指标的测定方法和计算方法

表 D.1 评价指标的测定方法和计算方法

指标类型	指标明细	测定/计算方法
主控指标 (占 60%)	土壤含盐量(%)	LY/T 1251 (土:水=1:5)
	土壤 pH 值	LY/T 1239 (土:水=1:2.5)
	碱化度(%)	LY/T 1249
	容重(g/cm <sup>3</sup> )	NY/T 1121.4
	有效土层厚度(cm)	土钻法或土壤剖面测量法
	有机质(g/kg)	LY/T 1237
	土壤环境质量	HJ/T 166
土壤生产 性能指标 (占 25%)	0~30cm (或 0~100cm) 土层必需大量元素 N、P、K、S、Mg、Ca 等 6 种和必需微量元素 Fe、Mn、Cu、Zn、Mo、B 等 6 种	土壤全氮含量的测定: LY/T 1228 土壤水解性氮含量的测定: LY/T 1229 土壤磷含量的测定: LY/T 1232 土壤有效磷含量的测定: LY/T 1233 土壤钾含量的测定: LY T 1234 土壤全硫含量的测定: LY/T 1255 土壤水溶性钙和水溶性镁含量的测定: NY/T 3242 土壤中有效态锌、锰、铁、铜含量的测定: NY/T 890 土壤有效铝含量的测定: NY/T1121.9 土壤有效硼含量的测定: NY/T1121.8
	植物成活率 (%)	植物成活株数 (丛数、覆盖面积) / 种植总株数 (总丛数、总面积) × 100%
	植物存活率 (%)	植物存活株数 (丛数、覆盖面积) / 种植总株数 (总丛数、总面积) × 100%
	产投比	单位面积的产出值 (产值、生态价值等) / 单位面积的总投入值
修复效率 指标 (占 15%)	修复所需时间 (年)	修复工程结束年—修复工程起始年,
	修复效果可持续时间 (年)	修复工程结束至评价时的时间间隔, 现场评价年—修复工程起始年
	可推广性	现场查定+专家评定

附录 E  
(资料性)  
调查报告模板  
调查报告目录

E.1 项目概况

- E.1.1 项目来源与修复单位、参与人员简介
- E.1.2 盐碱地修复目的和目标
- E.1.3 项目区范围及自然、社会、经济条件
- E.1.4 项目区修复技术要点及实施情况
- E.1.5 项目区修复效果自查自检情况

E.2 评价依据

- E.2.1 标准规范
- E.2.2 项目文件
- E.2.3 法律法规

E.3 盐碱地修复评价方案

- E.3.1 项目区本底调查结果
- E.3.2 修复评价对象和内容
- E.3.3 修复评价流程
- E.3.4 调查采样时间、方法
- E.3.5 样品检测指标与检测方法
- E.3.6 数据分析与质量控制方法

E.4 盐碱地效果评价

- E.4.1 调查与检测结果分析
- E.4.2 修复效果评价

E.5 盐碱地评价结论

- E.5.1 修复效果分级评价
- E.5.2 修复措施的有效性和适宜性
- E.5.3 后期监管和应用建议



## 参考文献

- [1] GBT 32722 土壤质量 土壤样品长期和短期保存指南
  - [2] GB/T 32726 土壤质量 野外土壤描述
  - [3] GB/T 36197 土壤质量 土壤采样技术指南
  - [4] GB/T 36199 土壤质量 土壤采样程序设计指南
  - [5] GB/T 36393 土壤质量 自然、近自然及耕作土壤调查程序指南
  - [6] LY/T 1228 森林土壤氮的测定
  - [7] LY/T 1229 森林土壤水解性氮的测定
  - [8] LY/T 1232 森林土壤磷的测定
  - [9] LY/T 1233 森林土壤有效磷的测定
  - [10] LY/T 1234 森林土壤钾的测定
  - [11] LY/T 1237 森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算
  - [12] LY/T 1239 森林土壤 pH 值的测定
  - [13] LY/T 1249 土壤碱化度的测定
  - [14] LY/T 1251 森林土壤水溶性盐分分析
  - [15] LY/T 1255 森林土壤全硫的测定
  - [16] NY/T 890 土壤中有效态锌、锰、铁、铜含量的测定 二乙三胺五乙酸（DTPA）浸提法
  - [17] NY/T 1121.4 土壤检测 第4部分：土壤容重的测定
  - [18] NY/T 1121.8 土壤检测 第8部分：土壤有效硼的测定
  - [19] NY/T 1121.9 土壤检测 第9部分：土壤有效钼的测定
  - [20] NY/T 3242 土壤水溶性钙和水溶性镁的测定
-