

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 150—2026

露天煤矿土地复垦适宜性评价规范

Suitability evaluation specification of land reclamation in open pit coal mine

2026 - 02 - 11 发布

2026 - 02 - 12 实施

中关村绿色矿山产业联盟 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 总则 1

5 评价指标 2

6 评价方法 3

7 评价等级 3

附录 A（规范性） 露天煤矿复垦土地沉降量标准 7

附录 B（规范性） 露天煤矿复垦土壤营养含量限值 8

附录 C（规范性） 露天煤矿复垦土地与周边地形适应性 9

参考文献 10

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：煤炭开采水资源保护与利用全国重点实验室、中国矿业大学、国家能源投资集团有限责任公司、北京低碳清洁能源研究院、国能准能集团有限责任公司、内蒙古平庄煤业（集团）有限责任公司、内蒙古工业大学、中煤科工生态环境科技有限公司、华能内蒙古东部能源有限公司、中煤平朔集团有限公司、新疆天池能源有限责任公司、中国矿业大学（北京）、太原理工大学、江苏建筑职业技术大学、山东科技大学

本文件主要起草人：李全生、方杰、陈树召、赵勇强、蔡光琪、刘福明、舒应秋、曹勇、王瑜、雷达、赵田明、张周爱、武懋、赵红泽、石广洋、邢朕国、郭佳玮、李晓斌、郭俊廷、王海棠、刘佳旭、尚涛、郭伟耀、赵同彬、孙家恺、张永锋、刘刚、马宇鑫、潘朝港、张波、孙进步、张东华、韩流、肖藏岩、李月强、刘昆轮、韩进、刘忠伟。

本标准首次发布。

露天煤矿土地复垦适宜性评价规范

1 范围

本文件规定了露天煤矿土地复垦的相关名词和术语、土地利用类型、评价指标、评价方法和评价等级等。

本文件适用于露天煤矿的土地复垦适应性评价和生态修复工作。

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/T 50197	煤炭工业露天矿设计规范
LY/T 2445	绿化用表土保护技术规范
CJ/T 340	绿化种植土壤
TD/T 1036	土地复垦质量控制标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

露天煤矿 surface coal mine

将煤层上覆的土岩等剥离物移走，使其敞露于地表而进行开采的煤矿。

3.2

土地复垦 land reclamation

在露天煤矿土地损毁区域（例如排土场、采场等）采取整治措施，使其达到可供利用状态的活动。

3.3

土地复垦适宜性评价 reclamation suitability evaluation

对露天煤矿需复垦土地的自然属性和社会经济因素进行综合鉴定，阐明其所具有的生产潜力和发展农、林、牧、渔、旅、建等各业的适宜性。

3.4

土地利用类型 land use types

反映土地用途、性质及其分布规律的基本地域单位，可分为耕地、园地、林地、草地以及其他用途用地（渔业用地、旅游用地、建设用地）等。

3.5

土地复垦质量 land reclamation quality

生产建设活动和自然灾害损毁的土地采取整治措施后，在地表形态、土壤质量、水体质量、配套设施和生产水平方面达到可供利用状态的程度。

3.6

非均匀沉降 non-uniform settlement

是指因排土场物料结构和表面载荷情况不同而出现的沉降不均匀的现象。

4 总则

4.1 目的任务

确定已损毁或拟损毁土地的复垦方向，即通过对矿区自然属性和社会经济因素进行综合鉴定，阐明其所具有的生产潜力和对农、林、牧、渔、旅、建等各业的适宜性、限制性及其程度差异，从而重新确定土地的利用方向。露天煤矿土地复垦适应性评价范围包括采场、工业广场、矿区道路、排土场等，符合GB/T 50197的要求。

4.2 基本要求

4.2.1 露天煤矿土地复垦适宜性评价规范确定的关键步骤之一是评价单元划分，依据“同一评价单元内土地性质相似”和“不同评价单元存在差异性”的划分原则，结合露天矿采场、工业广场、矿区道路、排土场四个参评区域的损毁类型、程度和土壤类型，工业广场和矿区道路地理位置相近、破坏程度和类型相似，将工业广场和矿区道路划为一个评价单元，将露天煤矿待评价项目区分为露天矿采场、排土场、工业广场和矿区道路3个参评单元。

4.2.2 露天煤矿土地复垦适宜性评价应合理选择评价方法，必要时可采用多个评价方法相结合的综合评价方法。

4.2.3 露天煤矿土地复垦适宜性评价应遵循技术经济合理的原则，选择复垦土地利用的类型时应因地制宜，综合利用。宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，宜渔则渔，宜旅则旅，宜建则建；年降水量在200mm以下的干旱地区宜荒则荒；适宜发展光伏、风力等新能源发电的地区可结合当地规划建设。

5 评价指标

5.1 土地复垦为耕地、园地、林地、草地

露天煤矿土地复垦为耕地、园地、林地、草地的主要限制因子包括自然地理、地形、土壤以及社会经济条件等。评价指标体系构成如表1所示。

表1 露天煤矿土地复垦适宜性评价指标（耕地、园地、林地、草地）

评价目标	一级指标	二级指标	备注
露天煤矿土地复垦适宜性 (耕地、园地、林地、草地)	自然地理	积温	统一反应纬度和海拔的影响
		降水量与蒸发量	反映自然水分补给与损失状态
	地形	坡度	反映设备走行、水分运移的影响
		坡向	反映日照时数和太阳辐射强度的影响
		沉降	反映是否沉降和存在非均匀沉降
		与周边地形适应性	主要考虑向里汇水或向外流水
	土壤	有效土层厚度	表土质量检测指标
		容重	
		砾石含量	
		质地	
		pH值	
		入渗率	
		含盐量	
		营养含量	包括有机质和氮磷钾等微量元素
	社会经济	对外交通条件	土地复垦区域与外部联系的便捷性
		灌溉条件	灌溉水源保障程度
		排水条件	反映防洪、排水能力
		周边生态适应性	反映生态、景观协调状况

5.2 土地复垦为其他用途

露天煤矿损毁土地复垦主要方向为耕地、园地、林地、草地，除此之外，还可修复为其他用途用地，包括渔业用地（含养殖业）、旅游用地和建设用地等。复垦为其他用途用地的主要限制因子为自然地理、地形以及社会经济条件等。评价指标体系构成如表2所示。

表 2 露天煤矿土地复垦适宜性评价指标（其他用途）

评价目标	一级指标	二级指标	备注
露天煤矿土地复垦适宜性（其他用途）	自然地理	积温	统一反应纬度和海拔的影响
		降水量与蒸发量	反映自然水分补给与损失状态
	地形	平整度	反映施工难易程度
		与周边地形适应性	主要考虑向里汇水或向外流水
	社会经济	对外交通条件	土地复垦区域与外部联系的便捷性
		灌溉条件	灌溉水源能否保证
		排水条件	反映防洪、排水能力
		周边生态适应性	反映生态、景观协调状况

6 评价方法

6.1 极限条件法

极限条件法将土地质量的最低评定标准作为确定适应性等级的依据，通过适宜性评价清晰地获得复垦的限制因素，便于土地利用。极限条件法是基于系统工程中的“木桶原理”，即分类单元的最终质量取决于条件最差的因子的质量。模型为：

$$Y_i = \min(Y_{ij})$$

(1)

式中：

Y_i ——第*i*个评价单元的最终分值；

Y_{ij} ——第*i*个评价单元中第*j*参评因子的分值。

6.2 指数和法

指数和法充分考虑了各参评因子的重要性，并对各参评因子进行量化，计算各评价单元的综合分值，评价研究区范围内各评价方向的适宜性及适宜程度。模型为：

$$F_{ik} = \sum_{j=1}^n a_{ikj}b_{ikj}$$

(2)

式中：

F_{ik} ——评价单元*i*在评价方向*k*上的得分；

a_{ikj} ——评价单元*i*在评价方向*k*上的第*j*个因子的得分；

b_{ikj} ——评价单元*i*在评价方向*k*上的第*j*个因子的权重。

7 评价等级

耕地、园地、林地、草地的评价等级标准可按照表3执行。

渔业用地（含养殖业）、旅游用地、建设用地评价等级标准可按照表4执行。

表3 耕地、园地、林地、草地评价等级标准

评级指标	分级	耕地	园地	林地	草地	备注
积温	有利于土壤生物活性与植被生长	1	1	1	1	
	满足土壤生物活性与植被生长的一般要求	2 或 3	2 或 3	2 或 3	2 或 3	
	不利于土壤生物活性与植被生长	N	N	N	N	
降水量与蒸发量	降水量很大，蒸发量几乎忽略不计	1	1	1	1	
	降水量大于蒸发量	2	2	2	2	
	降水量与蒸发量大致相等	3 或 N	3 或 N	3	3 或 N	
	降水量小于蒸发量	N	N	N	N	
	降水量远小于蒸发量，且蒸发量很大	N	N	N	N	
坡度 (°)	<8	1	1	1	1	符合 TDT 1036 规定
	8~15	2	2	1	2	
	15~25	3	3	2	3	
	>25	N	N	3 或 N	N	
坡向	太阳辐射强度有利于植被生长发育	1	1	1	1	
	太阳辐射强度满足植被生长发育的一般要求	2 或 3	2 或 3	2 或 3	2 或 3	
	太阳辐射强度不利于植被生长发育	N	N	N	N	
沉降	无	1	1	1	1	沉降量分级如附录 A 中的表 A.1 所示
	轻度	2 或 3	2 或 3	1	2	
	中度	N	N	2 或 3	3	
	重度	N	N	3	3	
与周边地形适应性	强	1	1	1	1	分级如附录 C 中的表 C.1 所示
	一般	2	2	2	2	
	弱	3	3	3	3	
	差	N	N	N	N	
有效土层厚度 (cm)	≥100	1	1	1	1	符合 TDT 1036 规定
	50~100	2	2	2	2	
	40~50	3	3	3	3	
	30~40	N	N	3	3	
	20~30	N	N	3	3	
	<20	N	N	N	N	
土壤容重 (g/cm ³)	1.0~1.1	1	1	1	1	符合 TDT 1036 规定
	1.1~1.35	2	2	2	2	
	1.35~1.55	3 或 N	3 或 N	3	3 或 N	
	>1.55	N	N	N	N	

土壤砾石含量 (%)	<2	1	1	1	1	符合 CJ/T 340 规定
	2~10	2	2	2	2	
	10~25	3 或 N	3 或 N	3	3 或 N	
	>25	N	N	N	N	
土壤质地	壤土	1		影响不大	影响不大	符合 CJ/T 340 规定
	黏土、砂壤土	2		影响不大	影响不大	
	砂土	3		影响不大	影响不大	
	砂砾岩	N		N 或 3	影响不大	
土壤 pH 值	6.5~7.0	1	1	1	1	符合 LY/T 2445 规定
	7.0~7.5	2	2	2	2	
	7.5~8.0	3	3	3	3	
	>8.0	N	N	N	N	
土壤入渗率 (mm/h)	10~360	1 或 2	1 或 2	1 或 2	1 或 2	符合 CJ/T 340 规定
	5~10	3	3	3	3	
	≤5	N	N	N	N	
土壤含盐量 (mS/cm)	≤1.0	1 或 2	1 或 2	1 或 2	1 或 2	符合 LY/T 2445 规定
	1.0~1.5	3	3	3	3	
	≥1.5	N	N	N	N	
土壤营养含量	高级	1	1	1	1	营养含量指标如附录 B 中的表 B.1 所示
	中级	2	2	1 或 2	2	
	低级	3	3	2 或 3	3	
	差	N	N	N	N	
对外交通条件	便利	1	1	1	1	
	较为便利	2 或 3	2 或 3	2 或 3	2 或 3	
	不便利	N	N	N	N	
灌溉条件	有稳定灌溉水源	1	1	/	1	
	灌溉水源保证差	2 或 3	2 或 3	/	2 或 3	
	无灌溉水源	N	N	/	N	
排水条件	不淹没或偶然淹没，排水条件较好	1	1	1	1	
	季节性短期淹没，排水条件一般	2	2	2	2	
	季节性长期淹没，排水条件较差	3	3	3	3 或 N	
	长期淹没，无排水条件	N	N	N	N	
周边生态适应性	一致	1	1	1	1	
	可适应	2 或 3	2 或 3	2 或 3	2 或 3	
	不适应	N	N	N	N	
注 1：表中土地复垦适应性评价等级标准：1 表示土地复垦适宜性为高度适宜；2 表示中度适宜；3 表示一般适宜；N 表示不适宜。						
注 2：土壤含盐量采用电导率法测定。						

表 4 渔业用地 (含养殖业)、旅游用地、建设用地评价等级标准

二级指标	分级	渔业用地（含养殖业）	旅游用地	建设用地	备注
积温	有利于土壤生物活性与植被生长	1	1	/	
	满足土壤生物活性与植被生长的一般要求	2 或 3	2 或 3	/	
	不利于土壤生物活性与植被生长	N	N	/	
降水量与蒸发量	降水量很大，蒸发量几乎忽略不计	1	1	/	
	降水量大于蒸发量	2 或 3	2	/	
	降水量与蒸发量大致相等	3 或 N	3 或 N	/	
	降水量小于蒸发量	N	N	/	
	降水量远小于蒸发量，且蒸发量很大	N	N	/	
平整度	平整	/	/	1	符合 TDT 1036 规定
	基本平整	/	/	2	
	一般平整	/	/	3	
	不平整	/	/	N	
与周边地形适应性	强	1	1	1	分级如附录 C 中的表 C.1 所示
	一般	2	2	2	
	弱	3	3	3	
	差	N	N	N	
对外交通条件	便利	1	1	1	
	较为便利	2 或 3	2 或 3	2 或 3	
	不便利	N	N	N	
灌溉条件	有稳定灌溉水源	1	1	/	
	灌溉水源保证差	2 或 3	2 或 3	/	
	无灌溉水源	N	N	/	
排水条件	不淹没或偶然淹没，排水条件较好	1	1	1	
	季节性短期淹没，排水条件一般	2	2	2	
	季节性长期淹没，排水条件较差	3	3	3	
	长期淹没，无排水条件	N	N	N	
周边生态适应性	一致	1	1	1	
	可适应	2 或 3	2 或 3	2 或 3	
	不适应	N	N	N	

附 录 A

(资料性)

露天煤矿复垦土地沉降量标准

表 A.1 露天煤矿复垦土地沉降量标准

类型	无	轻度	中度	重度
沉降量/cm	0	20~50	50~100	>100
非均匀沉降量/cm	0	0~20	20~50	50~100

附 录 B

(规范性)

露天煤矿复垦土壤营养含量限值

表 B.1 露天煤矿复垦土壤营养含量限值

序号	营养指标	要求
1	有机质/(g/kg)	12~80
2	水解性氮/(mg/kg)	40~200
3	有效磷/(mg/kg)	5~60
4	速效钾/(mg/kg)	60~300
5	有效硫/(mg/kg)	20~500
6	有效镁/(mg/kg)	50~280
7	有效钙/(mg/kg)	200~500
8	有效铁/(mg/kg)	4~350
9	有效锰/(mg/kg)	0.6~25
10	有效铜/(mg/kg)	0.3~8
11	有效锌/(mg/kg)	1~10
12	有效钼/(mg/kg)	0.04~2

注1: 满足营养指标个数为12时, 营养含量等级为高级;

注2: 满足营养指标个数为9时, 营养含量等级为中级;

注3: 满足营养指标个数为4时, 营养含量等级为低级;

注4: 满足营养指标个数小于4时, 营养含量等级为差。

附 录 C

(规范性)

露天煤矿复垦土地与周边地形适应性

表 C.1 露天煤矿复垦土地与周边地形适应性

适应性程度	特征描述
强	坡面倾向有利于降水汇集到复垦区域，坡度利于设备行走且行走距离较小。
一般	坡面倾向有利于降水汇集到复垦区域，坡度满足设备行走且行走距离适中。
弱	坡面倾向有利于降水汇集到复垦区域，坡度满足设备行走但行走距离较大。
差	(1) 坡面倾向不利于降水汇集到复垦区域； (2) 坡面倾向有利于降水汇集到复垦区域，但坡度不利于设备行走。

参 考 文 献

- [1] 《中华人民共和国土地管理法》
 - [2] 《中华人民共和国土壤污染防治法》
 - [3] 《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令（2011）第 592 号）
 - [4] 《土地复垦条例实施办法》（中华人民共和国国土资源部令（2012）第 56 号，根据 2019 年 7 月 16 日自然资源部第 2 次部务会议《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》修正）
 - [5] 《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》（国土资源部、工业和信息化部、财政部、环境保护部、国家能源局 国土资发（2016）63 号）
 - [6] 《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号）
 - [7] 《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资规〔2016〕21 号）
 - [8] 《矿山地质环境保护规定》（中华人民共和国国土资源部令（2009）第 44 号，根据 2019 年 7 月 16 日自然资源部第 2 次部务会议《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》第三次修正）
 - [9] 《重点监管单位土壤污染隐患排查指南（试行）》（生态环境部 2021 年）
 - [10] 《工矿用地土壤环境管理办法》（中华人民共和国生态环境部令部令（2018）第 3 号）
-