

文章编号: 2096-4749(2018)01-0011-12

DOI:10.13320/j.cnki.hjfor.2018.0003

引文格式: 赵文廷, 周亚鹏, 许皞. 废弃地复垦与生态修复类型划分体系研究[J]. 林业与生态科学, 2018, 33(1): 11-22.

ZHAO Wenting, ZHOU Yapeng, XU Hao. The classification system of wasteland reclamation and ecological restoration[J]. Forestry and Ecological Sciences, 2018, 33(1): 11-22.

## 废弃地复垦与生态修复类型划分体系研究

赵文廷<sup>1,2,3</sup>, 周亚鹏<sup>1,2,3,4</sup>, 许皞<sup>1,2,3,4</sup>

(1 河北农业大学 国土资源学院, 河北 保定 071000; 2 河北保定生态文明研究院, 河北 保定 071000;

3 河北农业大学 土壤环境重点实验室, 河北 保定 071000; 4 河北农业大学 资源与环境科学学院, 河北 保定 071000)

**摘要:** 废弃地也是宝贵的土地资源, 而我国废弃地资源数量大、分布广、种类多, 为了使废弃地资源管理政策制订更科学, 以及废弃地复垦与生态修复规划、设计和方案编制等更精准, 避免盲目性, 运用文献法、资料收集与整理分析研究法、野外调查与测绘法等, 对废弃地立地类型、废弃地环境类型、废弃地复垦与生态修复类型, 以及它们之间相互关系进行了探索和研究; 确定了废弃地立地类型划分体系, 包括7级类型划分标准; 确定了废弃地复垦与生态修复类型划分体系, 包括2级类型划分标准, 其中第1级划分为林地、灌丛、草地、湿地、农田、城乡建设用地、工业用地、特殊用地等8个方向, 第2级包括28个方向。研究结果表明, 废弃地复垦与生态修复方向不仅与废弃地立地类型有关, 而且还取决于废弃地所处的气候、生态和地质环境, 在实际应用中应全面考虑。

**关键词:** 废弃地; 土地复垦; 生态修复; 分类体系

中图分类号: X171.4

文献标志码: A

### The classification system of wasteland reclamation and ecological restoration

ZHAO Wenting<sup>1,2,3</sup>, ZHOU Yapeng<sup>1,2,3,4</sup>, XU Hao<sup>1,2,3,4</sup>

(1 College of Resources Science of Land, Hebei Agricultural University, Baoding 071000, China;

2 Baoding Academy of Ecological Civilization in Hebei, Baoding 071000, China;

3 Hebei Key Laboratory of Farmland Ecological Environment, Baoding 071000, China;

4 College of Resources and Environmental Science, Hebei Agricultural University, Baoding 071000, China)

**Abstract:** Abandoned land is valuable land resource. As China's abandoned land resources are characterized by high quantity, wide distribution, and large variety, an exploration and research of land reclamation and ecological restoration type classification system were conducted for scientific policy-making of abandoned land resource management and accurate planning, designing and programming of abandoned land reclamation and ecological restoration. For this purpose, this research mainly used the archive research method, data collection and analysis, field survey and mapping method to explore the abandoned site types,

收稿日期: 2017-09-26; 修回日期: 2017-10-19

基金项目: 河北省重点科技支撑项目(12235401)。

第一作者: 赵文廷(1964-), 男, 河北平泉人, 教授, 主要研究方向为城乡建设环境地质、土地整治工程、废弃地复垦与生态修复等。

abandoned environment types, abandoned land reclamation and ecological repair direction type, as well as their mutual relations. The major findings are as follows: the classification system of site types of abandoned land is established, i. e. 7-type classification standard; the classification system of reclamation and ecological restoration of abandoned land is determined, i. e. 2-type classification standard. Among them, the first standard involves 8 directions: woodland, shrub, grassland, wetland, farmland, urban and rural construction land, industrial land, and special land. The second standard involves 28 directions. The results showed that the land reclamation and ecological restoration were not only related to the site types of abandoned lands, but also depended on the climate, ecological and geological environment of abandoned land, which should be considered in practice.

**Key words:** wasteland; land reclamation; ecological restoration; classification system

废弃地是指因采矿、工业和建设活动挖损、塌陷、压占(生活垃圾和建筑废料压占)、污染及自然灾害毁损等原因而造成的不能被直接利用或功能退化的土地。据相关文献,截至目前,我国至少有1 000万  $\text{hm}^2$  因生产建设活动和自然灾害损毁的土地尚待复垦,且每年新增废弃地超过25万  $\text{hm}^2$ <sup>[1-2]</sup>。因此,废弃地复垦与生态修复既是新形势下贯彻落实“十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地基本国策,统筹保障发展与保护耕地”的重大举措,也是实施“资源节约优先战略、大力推进节约集约用地”的重要途径,更是“加强矿山环境治理恢复、促进可持续发展”的重要手段。通过废弃地复垦与生态修复,合理调整建设用地布局,促进土地资源节约、合理和高效利用,改善生态环境,提升土地资源的综合承载能力,是实现生态文明建设宏伟目标的基础和重要保障。

我国废弃地数量大,种类多,分布范围广。由于所处气候、生态、地质等环境条件不同,不同废弃地复垦与生态修复的目标各不同,即不同复垦与生态修复目标的标准和要求不同,所采用技术和方法不同<sup>[3-12]</sup>。如果千篇一律、不分类型同一对待,将很难收到预期效果和效益。目前,尚未见关于废弃地复垦与生态修复类型体系划分的研究成果,关于废弃地立地类型划分研究成果的报道也较少见,且基本上是针对矿山废弃地复垦与生态修复立地类型划分的研究。如李丹雄等针对太行山北段东麓采石废弃地的地形、土壤等特征,将采石场废弃地划分为8类立地类型<sup>[13]</sup>;尹海魁等针对河北省涞源县露天铁矿山废弃地的微地貌、土壤和植被等特征指标,按照三级分类体系,将露天铁矿山废弃地划分为11种立地类型。上述研究成果较分散,尚未形成

较系统、完整的废弃地复垦与生态修复分类体系<sup>[14]</sup>。因此,对废弃地进行复垦与生态修复分类体系研究,具有重要的科学与实践意义。为此,主要采用文献研究法、资料收集整理与分析法、野外调查与测绘法等,通过对废弃地立地类型、废弃地环境类型、废弃地复垦与生态修复类型,以及它们之间相互关系的探索和研究,提出一套完整的、系统的废弃地复垦与生态修复类型划分体系,以便为废弃地资源管理政策制订,以及废弃地复垦与生态修复规划、设计和方案编制等提供科学依据。

## 1 研究思路与方法

课题采用查阅资料与文献、野外调查与测绘、现场观测与实验、专家研讨、资料整理与分析等研究方法,通过对废弃地立地类型和环境类型,以及两者同废弃地复垦与生态修复之间的内在关系进行探索和研究,构建废弃地复垦与生态修复类型划分体系。研究思路如图1所示。

## 2 废弃地的立地类型划分体系

废弃地立地类型是指依据废弃地成因、物质组成、地貌形态和特殊性等因素或指标而划分的废弃地类型。通过研究,提出和构建了废弃地立地类型的划分体系,包括7级类型划分,其中1~3级分类属成因类型,结果如表1所示。

### 2.1 废弃地立地类型的一级分类

依据成因性质将废弃地划分为自然成因的废弃地和人工成因的废弃地2个一级类型。自然成因的废弃地,简称自然废弃地;人工成因的废弃地,简称人工废弃地。

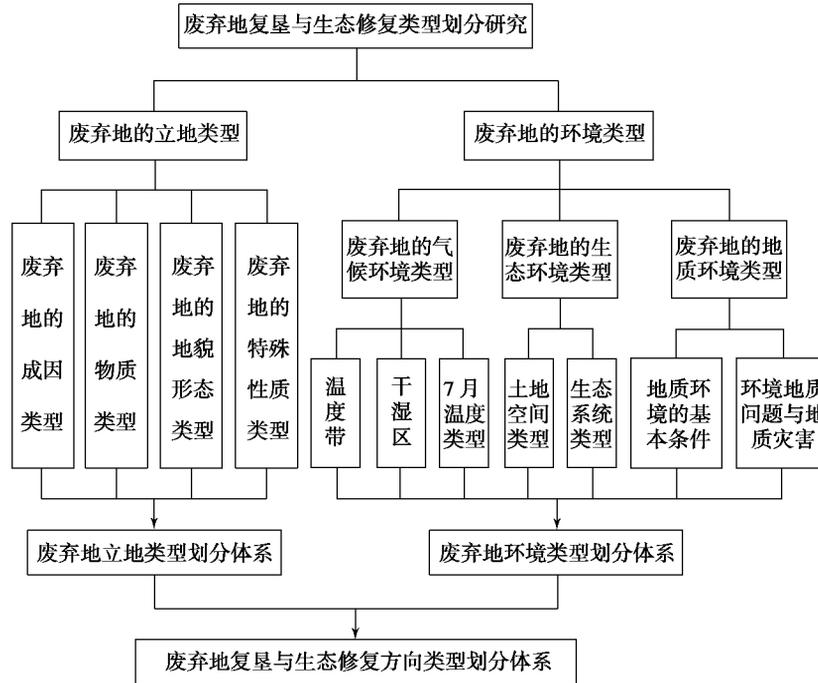


图 1 废弃地复垦与生态修复类型划分体系研究思路

Figure 1 Research ideas of the classification system of wasteland reclamation and ecological restoration

表 1 废弃地的成因类型划分体系

Table 1 Classification system of genetic types of abandoned land

类别代码 Class code			类别名称 Class name	定义与说明 Definitions and descriptions
一级 First level	二级 Second level	三级 Third level		
NA			自然废弃地	即自然成因的废弃地, 主要指地质灾害所损毁或功能退化的土地, 包括崩塌型废弃地、滑坡型废弃地、泥石流型废弃地、流水型废弃地、地裂缝型废弃地、地面塌陷型废弃地、地面沉降型废弃地、火山型废弃地、盐渍化型废弃地、湿地型废弃地、干旱型废弃地、冰川型废弃地、冻害型废弃地、地球化学型废弃地、地球物理型废弃地
	COA		崩塌型废弃地	即崩塌地质作用形成和损毁的土地, 包括崩蚀型废弃地、崩积型废弃地
		COPA	崩蚀型废弃地	崩塌形成的陡坡或悬崖
		COLA	崩积型废弃地	崩积物堆积形成或损毁的土地
	LSA		滑坡型废弃地	即滑坡地质作用形成或损毁的土地, 包括滑蚀型废弃地、滑积型废弃地、滑坡隆起型废弃地
		LSPA	滑蚀型废弃地	主要指滑坡壁
		LSLA	滑积型废弃地	滑坡物质堆积作用形成或损毁的土地
		LSUA	滑坡隆起型废弃地	滑坡推动作用造成的地面隆起而损毁的土地
	DFA		泥石流型废弃地	即泥石流作用形成或损毁的土地, 包括泥石流形成区型废弃地、泥石流流通区型废弃地和泥石流堆积型废弃地
		DFFA	泥石流形成区型废弃地	泥石流形成区因重力地质作用而损毁的土地
		DFCA	泥石流流通区型废弃地	泥石流流通区因冲蚀、磨蚀等而损毁的土地
		DFLA	泥石流堆积型废弃地	泥石流堆积区因堆积作用形成或损毁的土地

续表 1  
Continued table 1

类别代码 Class code			类别名称 Class name	定义与说明 Definitions and descriptions
一级 First level	二级 Second level	三级 Third level		
	PLA		流水型废弃地	即地面流水(面流、河流、洪流)地质作用形成或损毁的土地,包括流水冲蚀型废弃地、流水冲积型废弃地、坡积型废弃地、洪积型废弃地
		PLEA	流水冲蚀型废弃地	地面流水冲刷作用而损毁或功能退化的土地
		PLAA	流水冲积型废弃地	河流冲积作用而损毁的土地
		PLSA	坡积型废弃地	面流堆积作用形成或损毁的土地
		PLDL	洪积型废弃地	洪水堆积作用形成或损毁的土地
	GLA		冰川型废弃地	即冰川地质作用形成或损毁的土地,包括冰盖压占型废弃地、冰蚀型废弃地、冰碛物堆积型废弃地、冰水物堆积型废弃地
		GLCA	冰盖压占型废弃地	冰体覆盖而损毁的土地
		GLEA	冰蚀型废弃地	冰川挖掘、磨蚀等机械作用而损毁的土地
		GLMA	冰碛物堆积型废弃地	冰碛物堆积而损毁的土地
		GLFA	冰水物堆积型废弃地	冰水堆积作用形成或损毁的土地
	VSA		火山型废弃地	即火山固体喷发物堆积作用形成或损毁的土地,包括火山灰堆积型废弃地、火山渣堆积型废弃地、火山熔岩型废弃地
		VSAA	火山灰堆积型废弃地	火山灰堆积作用形成或损毁的土地
		VSCA	火山渣堆积型废弃地	火山渣堆积作用形成或损毁的土地
		VSLA	火山熔岩型废弃地	火山熔岩覆盖而损毁的土地
	CKA		地裂缝型废弃地	即地裂缝损毁的土地,包括构造地裂缝、地震地裂缝、塌陷地裂缝和地面不均匀沉降地裂缝
	GCA		地面塌陷型废弃地	即因天然洞穴塌陷而损毁的土地,包括土洞塌陷废弃地、岩溶塌陷废弃地
		GCNA	土洞塌陷废弃地	因天然土洞塌陷而损毁的土地
		GCKA	岩溶塌陷废弃地	因岩溶塌陷而损毁的土地
	LTA		地面沉降型废弃地	即因地面沉降而损毁的土地
	SLA		盐渍化型废弃地	即因盐渍化而损毁或功能退化的土地
	WLA		湿地型废弃地	即因湿地而损毁或功能退化的土地,包括湖泊、沼泽和海洋作用而损毁的土地
		WLFA	湖水淹没型废弃地	湖水水位上涨而损毁或功能退化的土地
		WLSA	湖泊沉积型废弃地	湖泊堆积作用而损毁或功能退化的土地
		WLAA	沼泽型废弃地	沼泽化而损毁或功能退化的土地
		WLPA	海水淹没型废弃地	海水淹没作用而损毁或功能退化的土地
		WLHA	海水堆积型废弃地	海水堆积作用形成或损毁的土地
		WLEA	海蚀型废弃地	海水冲蚀、磨蚀等作用而损毁的土地
	ALA		干旱型废弃地	即因长期干旱而损毁或功能退化的土地
	FWA		冻害型废弃地	即因冻土作用而损毁或功能退化的土地
	GHA		地球化学型废弃地	即因地球化学成分超标而不能或功能退化的土地
	GPA		地球物理型废弃地	即因地球物理异常而不能或功能退化的土地

续表 1  
Continued table 1

类别代码 Class code			类别名称 Class name	定义与说明 Definitions and descriptions
一级 First level	二级 Second level	三级 Third level		
AA			人工废弃地	是指由人类活动(包括生产、生活和各类工程建设)而损毁或功能退化的土地,按活动结果划分为挖损型废弃地、人工堆积型废弃地、污染型废弃地和废弃建设型废弃地
	EWA		挖损型废弃地	即因人类开挖工程而损毁或退化的土地,包括露天开挖型废弃地、采空区塌陷型废弃地和采空区地裂缝型废弃地
		OPAA	露天开挖型废弃地	露天开挖而损毁或功能退化的土地,包括露天采矿场、取土场、坑塘、沟渠和道路开挖等
		GCAA	采空区塌陷型废弃地	采空区塌陷而损毁的土地
		GMAA	采空区地裂缝型废弃地	采空区地面不均匀沉降而损毁的土地
AAA			人工堆积型废弃地	即人工堆积作用而损毁或压占的土地,包括矿山排渣场型废弃地、矿山排土场型废弃地、尾矿堆积型废弃地、工业废弃物堆积型废弃地、建筑废弃物堆积型废弃地、生活废弃物堆积型废弃地
	MWAA		矿山排渣场型废弃地	采矿弃渣堆积而损毁或压占的土地
	MDAA		矿山排土场型废弃地	采矿排土场占用的土地
	TGAA		尾矿堆积型废弃地	尾矿堆积或压占的土地
	IWAA		工业废弃物堆积型废弃地	工业垃圾堆积或压占的土地
	CWAA		建筑废弃物堆积型废弃地	建筑垃圾堆积或压占的土地
	AWAA		生活废弃物堆积型废弃地	生活垃圾堆积或压占的土地
PWA			污染型废弃地	即因污染土和水而损毁或功能退化的土地,包括矿山污染型废弃地、工业污染型废弃地、农业污染型废弃地、生活污染型废弃地
	MWWA		矿山污染型废弃地	因矿山排泄物污染损毁或功能退化的土地
	IWWA		工业污染型废弃地	因工业排泄物污染损毁或功能退化的土地
	AWWA		农业污染型废弃地	因农业面源污染损毁或功能退化的土地
	LWWA		生活污染型废弃地	因居民生活污染损毁或功能退化的土地
WTA			废弃建设型废弃地	即因建设废弃而闲置的场地,包括居民点、工厂、场道等废弃而闲置的土地
	RWTA		废弃居民点型废弃地	因居民点废弃而闲置的土地
	IWTA		废弃工厂型废弃地	因工厂废弃而闲置的土地
	SWTA		废弃场道型废弃地	因站场、道路等废弃而闲置的土地

2.2 废弃地立地类型的二级和三级分类

自然废弃地的二级和三级分类是指依据自然地质作用及其作用结果而划分的自然废弃地类型。首先,依据自然地质作用结果划分为崩塌型废弃地、滑坡型废弃地、泥石流型废弃地、流水型废弃地、地裂缝型废弃地、地面塌陷型废弃地、地面沉降型废弃地、火山型废弃地、盐渍化型废弃地、湿地型废弃地、干旱型废弃地、冰川型废弃地、冻害型废弃地、地球化学型废弃地、地球物理型废弃地等二级类型。然后,再依据自然地质作用方式进一步划分

三级类型,如崩塌型废弃地可划分为崩蚀型废弃地和崩积型废弃地 2 个三级类型,滑坡型废弃地可进一步划分为滑蚀型废弃地、滑积型废弃地、滑坡隆起型废弃地 3 个三级类型,等等。

人工废弃地的二级和三级分类是指依据人类活动方式及其作用结果而划分的人工废弃地类型。首先,依据人类活动作用结果将人工废弃地划分为挖损型废弃地、人工堆积型废弃地、污染型废弃地、废弃建设型废弃地等 4 类(二级类型)。然后,再依据人类活动方式进一步划分人工废弃地的三级类

型,其中,挖损型废弃地可划分为露天开挖(包括露天采矿场、取土场、坑塘、沟渠和道路开挖等)型废弃地、地下开挖(包括地下采矿、抽取液体、隧洞及其他地下工程开挖)造成的采空区塌陷型废弃地、采空区地裂缝型废弃地 3 个三级类型;人工堆积型废弃地可划分为矿山排渣场型废弃地、矿山排土场型废弃地、尾矿堆积型废弃地、工业废弃物堆积型废弃地、建筑废弃物堆积型废弃地、生活废弃物堆积型废弃地 6 个三级类型;污染型废弃地可划分为矿山污染型废弃地、工业污染型废弃地、农业污染型废弃地、生活污染型废弃地 4 个三级类型;废弃建设型废弃地的第 3 级类型可按建设工程类型划分和定名,如废弃场道型废弃地、废弃工厂型废弃地、废弃居民点型废弃地,等等。

2.3 废弃地立地类型的四级分类

废弃地立地类型的四级分类指在废弃地第 3 级分类基础上,依据废弃地的物质组成而进一步划分的废弃地类型,也称物质组成型废弃地类型。如崩积型废弃地可划分为岩石崩积型废弃地、土体崩积

型废弃地和岩土混合崩积型废弃地等 3 个四级类型,泥石流堆积型废弃地可划分为石流堆积型废弃地、土流堆积型废弃地、泥石流混合流堆积型废弃地 3 个四级类型,等等。

2.4 废弃地立地类型的五级和六级分类

废弃地立地类型的五级和六级分类指在第 4 级废弃地分类基础上,依据废弃地的微地貌形态及特征而划分的废弃地类型。首先,依据微地貌形态划分为坡地、平地、台地、坑地、谷底地等 5 类,属废弃地的第 5 级分类。然后,再依据地面坡度、起伏度(或粗糙度,也称切割度)、相对高度等特征指标进一步划分废弃地类型,即废弃地的第 6 级分类。

2.4.1 坡地分类 属废弃地立地类型的六级分类。首先,依据地面坡度,可将坡地划分为反坡型(也称悬崖型)、崖壁型、陡坡型、急坡型、缓坡型(表 2);依据坡地的相对高度,可将坡地划分为超高坡地、高坡地、中高坡地和低坡地等 4 个类型(表 3)。然后,再依据坡度和坡高组合,将坡地划分为 20 个六级废弃地类型(表 4)。

表 2 坡地的坡度类型

Table 2 Slope type of slope land

坡度类型 Slope type	地面坡度/°Ground slope
反坡	>90
崖壁	90~75
陡坡	75~45
急坡	45~25
缓坡	25~10

表 3 坡地的高度类型

Table 3 Height types of slopes

坡高类型 Slope height type	坡高/m Slope height	
	岩坡 Rock slope	土坡 Soil slope
超高坡	≥75	≥30
高坡	75~45	30~20
中高坡	45~15	20~10
低坡	<15	<10

表 4 坡地型废弃地类型划分(六级分类)

Table 4 Classification of sloping land types (sixth grades)

坡度类型 Slope type	坡高类型 Slope height type			
	超高坡 Ultra high slope	高坡 High slope	中高坡 Mid high slope	低坡 Low slope
反坡	超高反坡废弃地	高反坡废弃地	中高反坡废弃地	低反坡废弃地
崖壁	超高崖壁废弃地	高崖壁废弃地	中高崖壁废弃地	低崖壁废弃地
陡坡	超高陡坡废弃地	高陡坡废弃地	中高陡坡废弃地	低陡坡废弃地
急坡	超高急坡废弃地	高急坡废弃地	中高急坡废弃地	低急坡废弃地
缓坡	超高缓坡废弃地	高缓坡废弃地	中高缓坡废弃地	低缓坡废弃地

2.4.2 台地分类 属废弃地立地类型的六级分类。首先,依据台面的起伏程度(或粗糙度,也称切割度)划分为平坦、较平坦、较起伏、起伏、歹地等 5 类,具体情况见表 5;依据台地相对高度(即台面与自然地面高程之差)划分为超高台地、高台地、中高

台地、低台地等 4 类,具体情况见表 6。然后,再依据台地相对高度和台面起伏程度组合关系划分废弃地类型,共 20 个六级废弃地类型,具体情况见表 7。

表 5 台地的起伏程度类型

Table 5 The type of undulations of the platform

起伏程度类型 Fluctuation degree type	粗糙度平均高度/cm Average height of roughness	粗糙度面积比/% Area ratio of roughness
歹地	≥500	≤10
起伏	500~100	10~25
较起伏	100~50	25~50
较平坦	50~10	50~75
平坦	<10	>75

表 6 台地的高度类型

Table 6 Height type of platform

高度类型 Height type	台地相对高度/m Relative height of platform
超高台地	≥50
高台地	50~10
中高台地	10~5
低台地	5~1

表 7 台地型废弃地类型划分(六级分类)

Table 7 Classification of platform type wasteland (sixth grades)

起伏度类型 Fluctuation degree type	高度类型 Height type			
	超高台 Super high platform	高台 High platform	中高台 Medium high platform	低台 Low platform
歹地	歹地型超高台废弃地	歹地型高台废弃地	歹地型中高台废弃地	歹地型低台废弃地
起伏	起伏超高台废弃地	起伏高台废弃地	起伏中高台废弃地	起伏低台废弃地
较起伏	较起伏超高台废弃地	较起伏高台废弃地	较起伏中高台废弃地	较起伏低台废弃地
较平坦	较平坦超高台废弃地	较平坦高台废弃地	较平坦中高台废弃地	较平坦低台废弃地
平坦	平坦超高台废弃地	平坦高台废弃地	平坦中高台废弃地	平坦低台废弃地

2.4.3 坑地分类 属废弃地立地类型的六级分类。首先依据底面起伏度(或粗糙度,切割度)划分为平坦、较平坦、较起伏、起伏、歹地等 5 类,具体情况见表 5;依据坑的深度(即坑地的底面与自然地面高程之差)划分为超深坑地、深坑地、中深坑地和浅坑地等 4 类,具体情况见表 8。然后,再依据坑地深度和坑底起伏度的组合关系划分废弃地类型,共 20 个六级废弃地类型,具体情况见表 9。

表 8 坑地的深度类型

Table 8 Depth type of pit

深度类型 Depth type	坑深/m Pit depth
超深坑	≥50
深坑	50~10
中深坑	10~5
浅坑	5~1

表 9 坑地型废弃地类型划分(六级分类)

Table 9 classification of pit type waste land (sixth grades)

起伏度类型 Fluctuation degree type	深度类型 Depth type			
	超深坑 Extra deep pit	深坑 Deep pit	中深坑 Medium depth pit	浅坑 Shallow pit
歹地	歹地型超深坑废弃地	歹地型深坑废弃地	歹地型中深坑废弃地	歹地型浅坑废弃地
起伏	起伏超深坑废弃地	起伏深坑废弃地	起伏中深坑废弃地	起伏浅坑废弃地
较起伏	较起伏超深坑废弃地	较起伏深坑废弃地	较起伏中深坑废弃地	较起伏浅坑废弃地
较平坦	较平坦超深坑废弃地	较平坦深坑废弃地	较平坦中深坑废弃地	较平坦浅坑废弃地
平坦	平坦超深坑废弃地	平坦深坑废弃地	平坦中深坑废弃地	平坦浅坑废弃地

2.4.4 谷底地分类 属废弃地立地类型的六级分类。依据地面的起伏程度(可按表 5 确定)将谷底地划分为歹地型谷底地、起伏型谷底地、较起伏型谷底地、较平坦型谷底地和平坦型谷底地 5 种。

2.4.5 平地分类 属废弃地立地类型的六级分类。平地是指地面高度与环境土地面高度基本

一致(±1m 以内),且地面坡度小于 10°的废弃地,包括台地型平地、谷底地型平地、坑地型平地 3 种。

### 2.5 废弃地立地类型的七级分类

废弃地立地类型的七级分类指在废弃地第 6 级分类基础上,依据稳定性、沉陷性、压缩性、抗侵蚀性、积水性等而划分的废弃地类型,如:

废弃坡地七级分类,即在废弃地第6级分类基础上,依据坡地的稳定性、抗侵蚀性而划分的废弃地类型,包括稳定废弃坡地和不稳定废弃坡地2个类型。

废弃台地七级分类,即在废弃地第6级分类基础上,依据沉陷性、压缩性划分的废弃地类型,包括稳定台地、较稳定台地、次稳定台地和不稳定台地4个类型。

废弃坑地的七级分类,即在废弃地第6级分类的基础上,依据积水性划分的废弃地类型,包括无水坑地、暂时性积水坑地、浅积水坑地、较深积水坑地、深积水坑地5个类型。

### 3 废弃地复垦与生态修复类型划分体系

#### 3.1 废弃地复垦与生态修复类型划分的科学理论

#### 基础

废弃地复垦与生态修复类型或方向确定,取决于废弃地所处的生态环境类型,受生态功能区划的限制和制约。因此,将道萨迪亚斯(C. A. Doxiadis)的地球空间分类理论与我国地球生态系统分类理论相结合,便形成了废弃地复垦与生态修复类型划分的科学理论基础<sup>[7-8]</sup>。

道萨迪亚斯依据人类活动类型与活动强度和影响程度,将地球土地空间划分为自然、农耕、人类生活和工业4个基本区域和12个基本类型区(表10)。其次,依据土地覆被特征,可将地球生态系统划分为林地、灌丛、草地、湿地、荒漠、农田、城乡建设用地、工业用地8个基本类型。然后,再依据生态系统类型和土地空间类型综合确定废弃地的生态环境类型(表11)。

表10 地球土地空间的基本类型区  
Table 10 Basic types of land space in the earth

一级分区(基本区域) Primary partition (Primary area)	二级分区(基本类型区)Secondary partition (Fundamental type)		
	代码 Code	分区名称 Name of partition	分区特征 Characteristics of partitions
自然区域	I-1	原始地区	真正的野生生物栖息地,除科研外,禁止任何人类活动
	I-2	人类可进入,但不得居留地区	野生生物栖息地,人类可步行进入,从事观察自然的活动,但机器不得入内
	I-3	人类进入可居留,但不得带任何器械的地区	野生生物栖息地,人类可进入从事观察、采集食物、狩猎等活动,人类可暂住、搭建帐篷或临时建筑物,但机器不得入内
	I-4	允许人类久居的地区	野生生物栖息地,人类可进入从事游玩、传统农业、居住设施建设等活动,人类可久居,但不得使用机器
	I-5	被人类控制的荒野地区	野生生物栖息地,人类可凭机器、马达、铁路等进入,可从事采樵伐木、采矿、垦植、农耕和工程建设等活动,人类可久居,可使用机器
农耕区域	II-1	传统垦殖区	传统农业和畜牧业开垦地区,除不具备灌溉条件的区段外,多为可灌溉地区,建筑物主要用来贮存或保护动物,远离人类生活区
	II-2	工业垦殖区	包括用现代化垦殖方法涉及的区域,自然景观全部消失,大片的屋顶代替田园景色,水、电等动力及交通运输网络较发达
人类生活区域	III-1	自然人类生活区	人类可久居,可建设各种娱乐设施、宾馆和别墅,不可建设民居、其他商业和工业房屋,建成区面积低于10%
	III-2	低密度人类生活区	以人类居住为主,人口密度420人/hm <sup>2</sup> 左右,建筑物高度2~3层,可夹杂少量多层建筑物,主要用于居住,其次用于手工业、研究机构、轻工业和其他无干扰的产业
	III-3	中等密度人类生活区	是主要的居住地,其次是商业和轻工业等用地,人口密度675人/hm <sup>2</sup> 左右,建筑物多为多层和高层,少数超高层
	III-4	高密度人类生活区	居住、商业和轻工业等的混合功能区,居住用地占30%~50%,人口密度1800人/hm <sup>2</sup> 左右,建筑物多为高层和超高层
工业区域	IV	重工业和污染工业区	工业及其服务设施用地为主,居住的主要是工人,其他人可进入观察和临时居住,与其他区应自然或人工隔离,远离生活区、垦殖区

表 11 废弃地的生态系统类型  
Table 11 Ecological environment types of wasteland

土地基本类型 Code for basic land type areas	生态系统(功能区)类型 Types of ecosystems (functional areas)							
	(1) 林地 Woodland	(2) 灌丛 Shrubland	(3) 草地 Grassland	(4) 湿地 Wetland	(5) 荒漠 Desert land	(6) 农田 Farmland	(7) 城乡建设用地 Urban and rural construction land	(8) 工业用地 Industrial land
I-1	I-1(1): 原始森林	I-1(2): 原始灌丛	I-1(3): 原始草地	I-1(4): 原始湿地	I-1(5): 原始荒漠			
I-2	I-2(1): 人类可进入的自然林地	I-2(2): 人类可进入的自然灌丛	I-2(3): 人类可进入的自然草地	I-2(4): 人类可进入的自然湿地	I-2(5): 人类可进入的自然荒漠			
I-3	I-3(1): 人类可暂住的自然林地	I-3(2): 人类可暂住的自然灌丛	I-3(3): 人类可暂住的自然草地	I-3(4): 人类可暂住的自然湿地	I-3(5): 人类可暂住的自然荒漠		I-3(7): 自然区域的临时居留用地	
I-4	I-4(1): 允许人类久居的自然林地	I-4(2): 允许人类久居的自然灌丛	I-4(3): 允许人类久居的自然草地	I-4(4): 允许人类久居的自然湿地	I-4(5): 允许人类久居的自然荒漠		I-4(7): 自然区域的久居居住用地	
I-5	I-5(1): 被人类控制的自然林地	I-5(2): 被人类控制的自然灌丛	I-5(3): 被人类控制的自然草地	I-5(4): 被人类控制的自然湿地	I-5(5): 被人类控制的自然荒漠	I-5(6): 荒野地区的农田	I-5(7): 自然区域的城乡建设用地	I-5(8): 自然区域的工业用地
II-1	II-1(1): 传统垦殖区的林地	II-1(2): 传统垦殖区的灌丛	II-1(3): 传统垦殖区的草地	II-1(4): 传统垦殖区的湿地	II-1(5): 传统垦殖区的荒漠	II-1(6): 传统垦殖区的农田	II-1(7): 传统垦殖区的城乡建设用地	II-1(8): 传统垦殖区的工业用地
II-2	II-2(1): 工业垦殖区的林地	II-2(2): 工业垦殖区的灌丛	II-2(3): 工业垦殖区的草地	II-2(4): 工业垦殖区的湿地	II-2(5): 工业垦殖区的荒漠	II-2(6): 工业垦殖区的农田	II-2(7): 工业垦殖区的城乡建设用地	II-2(8): 工业垦殖区的工业用地
III-1	III-1(1): 自然人类生活区的林地	III-1(2): 自然人类生活区的灌丛	III-1(3): 自然人类生活区的草地	III-1(4): 自然人类生活区的湿地	III-1(5): 自然人类生活区的荒漠	III-1(6): 自然人类生活区的农田	III-1(7): 乡村居住用地	III-1(8): 乡村区的工业用地
III-2	III-2(1): 低密度人类生活区的林地	III-2(2): 低密度人类生活区的灌丛	III-2(3): 低密度人类生活区的草地	III-2(4): 低密度人类生活区的湿地	III-2(5): 低密度人类生活区的荒漠	III-2(6): 低密度人类生活区的农田	III-2(7): 乡镇建设用地	III-2(8): 乡镇区的工业用地
III-3	III-3(1): 中等密度人类生活区的林地	III-3(2): 中等密度人类生活区的灌丛	III-3(3): 中等密度人类生活区的草地	III-3(4): 中等密度人类生活区的湿地	III-3(5): 中等密度人类生活区的荒漠	III-3(6): 中等密度人类生活区的农田	III-3(7): 城市建设用地	III-3(8): 城市区的工业用地
III-4	III-4(1): 高密度人类生活区的林地	III-4(2): 高密度人类生活区的灌丛	III-4(3): 高密度人类生活区的草地	III-4(4): 高密度人类生活区的湿地	III-4(5): 高密度人类生活区的荒漠	III-4(6): 高密度人类生活区的农田	III-4(7): 大城市区的城乡建设用地	III-4(8): 大城市区的工业用地
IV	IV-1): 重工业和污染工业区的林地	IV-2): 重工业和污染工业区的灌丛	IV-3): 重工业和污染工业区的草地	IV-4): 重工业和污染工业区的湿地	IV-5): 重工业和污染工业区的荒漠	IV-6): 重工业和污染工业区的农田	重IV-7): 工业和污染工业区的城乡建设用地	IV-2): 工业用地

注: I-1(1):原始森林——废弃地生态环境类型代码:废弃地生态环境类型名称。

3.2 影响废弃地复垦与生态修复类型划分的障碍因子分析

影响废弃地复垦与生态修复方向的因素很多,

但概括起来,不外乎 2 个方面。一是指废弃地本身条件,包括废弃地的成因类型、土壤、地形地貌、环境地质等。首先,依据废弃地本身条件划分废弃地

的立地类型,共分7级,如表2至表9所示。然后,再依据废弃地类型,综合考虑废弃地所处环境条件,最终确定废弃地复垦与生态修复方向。二是废弃地所处的环境条件,包括气候、生态和环境地质等三大类条件。其中,气候环境、生态环境分别用气候类型区和生态功能区表达(表10和表11)<sup>[4-5]</sup>,它们是控制废弃地复垦与生态修复方向的限制性因子。

废弃地的地质环境是指与废弃地复垦、生态修复与开发利用活动有关的地质体和地质作用的总和,一般包括地质环境基本条件(A)、环境地质问题与地质灾害(B)和人类工程活动(C)3个子系统。影响废弃地复垦与生态修复方向的地质环境因素

也有很多,如表12所示。首先,依据表12所列地质环境因子,采用地质环境质量指数法,计算废弃地的地质环境质量指数。然后,再依据地质环境质量指数,将废弃地的地质环境质量划分为好、较好、较差、差4等,并以地质环境质量等级作为确定废弃地复垦与生态修复方向的主要因子之一。

废弃地复垦与生态修复方向取决于废弃地的立地类型及所处的环境类型,而废弃地的类型有几十种之多,废弃地所处的环境类型也很复杂,依据废弃地的立地类型及所处的环境类型,可能确定出几种或十几种复垦与生态修复方向。因此,废弃地复垦与生态修复适宜性评价属于多属性决策问题,也是矛盾问题,需要采用特殊的方法予以解决。

表12 废弃地的地质环境类型划分依据与指标

Table 12 Classification basis and index of geological environment type of abandoned land

子系统 Subsystem	子系统构成要素 Component elements of a subsystem	描述地质环境子系统要素的指标 Indexes describing the elements of geological environment subsystem
地质环境 基本条件	地形地貌	地貌破碎程度、沟谷割切深度、地面坡度、沟谷纵坡坡度、谷坡坡度
	地质构造	地质构造发育程度、地质构造规模、地质构造组合
	岩土类型与性质	岩土类型与分布、地层层面倾角与起伏、覆盖土层厚度、岩土胀缩等级、土的湿陷性等级、地基承载力、桩端埋藏深度
	水文地质条件	含水层组的复杂程度、地下水埋藏深度、地下水富水程度、地下水位升降频率、地下水位变幅、地下水水质类型
环境地质 问题与地 质灾害	地表水作用强度	流域面积、流域相对高差、水系水域、洪水淹没深度或用地标高低于设防洪(潮)水位情况、海水倒灌
	地震作用强度与场地效应	区域稳定性、活动断裂、地震动峰值加速度、强震发生周期、饱和土液化
	地质灾害危险性	地质灾害发育程度、地质灾害危害程度、地质灾害易发程度、地质灾害防治难度
	水和土的环境质量	污染程度、污染修复与治理难度、水和土环境质量符合性、土壤环境容量、地方病发病率、潜在生态危害

### 3.3 废弃地复垦与生态修复类型划分体系的基本构架

废弃地复垦与生态修复类型是指依据废弃地立地类型及废弃地所处的气候环境、生态环境和地质环境等的类型区,综合确定的废弃地开发利用与环境保护方向类型,包括2级分类,具体情况见表13。其中,第1级共分8类,分别为林地、灌丛、草地、湿地、农田、城乡建设用地、工业用地、特殊用地。第2级分类是在第1级分类的基础上,按具体用途而进行的分类。

## 4 结论

研究所提出和构建的废弃地复垦与生态修复类型划分体系主要包括废弃地的立地类型及其气

候环境类型、生态环境类型、地质环境类型、废弃地类型及废弃地复垦与生态修复方向类型。主要体现在以下5个方面:

(1)将废弃地类型划分与气候、生态和地质环境类型划分分开考虑,认为后三者是废弃地类型划分的环境条件,废弃地复垦与生态修复方向不仅与废弃地类型有关,而且还取决于废弃地所处的气候、生态和地质环境。

(2)提出了废弃地立地类型的7级分类体系,包括依据成因、物质组成、地貌形态和特殊性等划分的废弃地立地类型分类。

(3)确定了废弃地复垦与生态修复方向类型体系,包括2级分类。第1级划分了8个方向,分别为林地、灌丛、草地、湿地、农田、城乡建设用地、工业用

表 13 废弃地复垦与生态修复类型划分

Table 13 Classification of wasteland reclamation and ecological restoration

类型代码 Type code		类型名称 Type name	定义与说明 Definitions and descriptions
一类 Type I	二类 Type II		
01		工业用地	复垦或整治后,可供工业生产建设使用的废弃地,包括可直接建设为工业生产服务附属设施的场地
		011 工厂用地	复垦或整治后,可供工厂建设使用的废弃地,包括用于直接为工厂生产服务的附属设施建设的土地
		012 采矿用地	复垦或整治后,可供采矿建设使用的废弃地,包括用于直接为采矿生产服务的附属设施建设的土地
		013 工业仓储用地	复垦或整治后,可供工业仓储设施,包括用于建设原材料、废弃物、机械设备等的堆场、站场和仓库,及其配套道路等设施使用的废弃地
02		城乡建设用地	复垦或整治后,可供城乡居民居住、休憩、购物、办公等设施,包括区域交通设施与公用设施等建设使用的废弃地
		021 居住类房屋建设用地	复垦或整治后,可供住宅类房屋和直接服务于居住,包括附属道路、停车场、庭院或者小型游园、托儿所、养老所、小商业、餐厅等直属居住区的服务设施建设使用的废弃地
		022 非居住类房屋建设用地	复垦或整治后,可供商业、公共管理与公共服务及其他特殊功用的非居住房屋类建设使用,包括直接保障非居住类房屋功能发挥的附属设施建设使用,如环卫设施、管道运输、广播电视、通信、输电、小游园等设施建设的废弃地
		023 场道类设施用地	复垦或整治后,指房屋类建设区之外,可供满足城乡发展的区域交通设施和公用设施,包括铁路、公路、港口、机场、管道运输、广播电视、通信、输电、旅游、环卫设施等设施建设的废弃地
	024 公园与绿地类用地	复垦或整治后,指房屋类建设区之外,可供居民点生态平衡,包括公园和防护绿地建设使用的废弃地	
03		农田	复垦或整治后,可供耕种,包括耕地、果园、养殖及其生产服务附属设施建设使用的废弃地
		031 耕地	复垦或整治后,可供种植农作物(含蔬菜),以及包括以种植农作物为主,间有树木、灌草、药材等零星种植使用的废弃地
		032 园地	复垦或整治后,可供种植果树、茶树、桑树、橡胶树、药材、育苗等农业经济类植物使用的废弃地
		033 农业养殖场用地	复垦或整治后,可供养殖猪、牛、鸡、马等动物使用的废弃地
	034 农田附属设施用地	复垦或整治后,可供保障农田基本功能的附属设施,包括农田道路、沟渠、小型泵站、场院等建设使用的废弃地	
04		林地	复垦或整治后,可专供乔木和竹类生长使用的废弃地,不包括城乡建设、园林、厂道等绿化用的林地
		041 木材林地	复垦或整治后,可供生产木材的林地建设使用的废弃地
		042 生态林地	复垦或整治后,可供保持生态平衡的林地建设使用的废弃地,不用于生产木材
05		灌丛地	复垦或整治后,可供生长灌丛建设使用的废弃地。灌丛是指一切以灌木占优势所组成的植被类型,一般高度在 5 m 以下,建群种多为簇生的灌木,具有一定的郁闭度,裸露地面不足 50%
		051 经济灌丛地	复垦或整治后,可供生长经济类灌丛为主的土地建设使用的废弃地
		052 生态灌丛地	复垦或整治后,可供保持生态平衡的灌丛土地建设使用的废弃地
06		草地	可供生长草本植物为主的土地建设使用的废弃地
		061 牧草地	可供可收割牧草的草地建设使用的废弃地
		062 荒草地	可供放牧或保持生态平衡的草地建设使用的废弃地

续表 13  
Continued table 13

类型代码 Type code		类型名称 Type name	定义与说明 Definitions and descriptions
一类 Type I	二类 Type II		
07		湿地	可供常年积水或过湿的土地建设使用的废弃地
	071	水生动物养殖场	复垦或整治后,可供水生动物养殖,包括养鱼、虾、鸭、鹅等为主的湿地建设使用的废弃地
	072	水生种植场	复垦或整治后,可供水生植物种植及采摘为主,包括滨海红树林地建设使用的废弃地
	073	综合养殖场	复垦或整治后,可供水生生物养殖湿地建设使用的废弃地
	074	水源地	复垦或整治后,可供存储和提供水资源,包括河流、湖泊、坑塘及附属沟渠、泵站等建设使用的废弃地
	075	环保用地	直接、复垦或整治后,可供用于污水贮存与净化的湿地建设使用的废弃地
	076	生态景观用地	直接、复垦或整治后,可供生态景观和环境保护的用地建设使用的废弃地
08		特殊用地	复垦或整治后,可供军事、涉外、宗教、监教、墓葬等使用或建设的废弃地
	081	军事用地	复垦或整治后,可供军事,包括军事指挥机关、库房、营房等使用的废弃地
	082	涉外用地	复垦或整治后,可供使领馆,包括外国政府及国际组织驻华使领馆、办事处等使用的废弃地
	083	宗教用地	复垦或整治后,可供宗教活动的庙宇、寺院、道观、教堂等宗教活动和建设使用的废弃地
	084	监教用地	复垦或整治后,可供监狱、看守所、劳改场、劳教所、戒毒所等建设场地使用的废弃地
	085	墓葬用地	复垦或整治后,可供陵园、墓地、殡葬场所及附属设施建设使用的废弃地

地、特殊用地等。第2级划分了28个方向,分别为可供工厂用地、采矿用地、工业仓储用地、居住类房屋建设用地、非居住类房屋建设用地、场道类设施用地、公园与绿地类用地、耕地、园地、农业养殖场用地、农田附属设施用地、木材林地、生态林地、经济灌丛地、生态灌丛地、牧草地、荒草地、水生动物养殖场、水生种植场、综合养殖场、水源地、生态景观用地、环保用地、军事用地、涉外用地、宗教用地、监教用地、墓葬用地。

(4)将道萨迪亚斯(C. A. Doxiadis)的地球空间分类理论与我国地球生态系统分类原理相结合,提出了废弃地生态环境类型划分的新范式。

(5)综合考虑了废弃地的农业发展和工程建设需要,提出和构建了地质环境的2个子系统、8项要素、41个指标的分类分级体系。

#### 参考文献:

- [1] 夏珺. 我国两亿亩废弃地八成多等待“重生”[N]. 人民日报, 2006-10-12(06).
- [2] 中华人民共和国环境保护部. 2016 中国环境状况公告[R/OL]. [2015-11-23]. <http://www.zhb.gov.cn/hjzl/zghjzkqb/lnzghjzkqb/>.
- [3] 郑景云, 尹云鹤, 李炳元. 中国气候区划新方案[J]. 地理学报, 2010, 65(1): 3-12.

- [4] 交通部公路规划设计院. 公路自然区划标准[S]. 北京: 人民交通出版社, 2000: 3-15.
- [5] 中国建筑科学研究院. GB50178-93, 建筑气候区划标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 1994: 4-7.
- [6] C. A. Doxiadis. Ekistics: an introduction to the science of human settlements[M]. London: Hutchinson of London, 1968: 246.
- [7] 中国科学院. 全国生态功能区划(修编版)——关于印发《全国生态功能区划(修编版)》的公告(2015年第61号)[R/OL]. [2015-11-23]. <http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201511/t20151126-317777.htm>.
- [8] C. A. Doxiadis. Action for Human Settlements[M]. Athens: Athens Publishing, 1975: 97-99.
- [9] 中国地质调查局. DD2004-02, 区域环境地质调查总则(试行)[S]. 北京: 地质出版社, 2005: 18-21.
- [10] 北京市勘察设计有限公司. CJJ57-2012, 城乡规划工程地质勘察规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012: 2-3.
- [11] 陕西省城乡规划设计研究院. CJJ132-2009, 城乡用地评定标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009: 6-7.
- [12] 中国城市规划设计研究院. GB50137-2011, 城市用地分类与规划建设用地标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010: 4-13.
- [13] 李丹雄, 赵廷宁, 张艳, 等. 太行山北段东麓采石废弃地立地类型划分及评价[J]. 中国水土保持科学, 2015(2): 112-117.
- [14] 尹海魁, 许皞, 赵文廷, 等. 露天铁矿山典型立地类型划分与主导因子分析[J]. 金属矿山, 2016(6): 173-179.

(编辑 潘秀华)