

# 东平大洼石灰岩矿山土地复垦适宜性评价

谭肖波<sup>1</sup>,张丽霞<sup>2</sup>,薄本玉<sup>1</sup>,徐源<sup>3</sup>,王刚<sup>4</sup>,刘倩然<sup>4</sup>,朱宁<sup>1</sup>

(1. 山东省鲁南地质工程勘察院, 山东 兖州 272100; 2. 山东省地质环境监测总站, 山东 济南 250014; 3. 山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014; 4. 山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014)

**摘要:**《土地复垦方案编制规程》发布后,如何依照规范进行正确的土地复垦适宜性评价是土地复垦方案编制过程中至关重要的环节,以大洼石灰岩矿山为例,按照评价原则、评价依据、评价单元、评价方法及基本流程,确定初步复垦方向、土地复垦适宜性等级评定的评价流程,进行土地复垦适宜性评价,并最终确定各评价单元的复垦利用方向。该研究对类似矿山土地复垦适宜性评价具有一定的参考价值。

**关键词:**石灰岩矿山;土地复垦;适宜性评价;山东东平

**中图分类号:**S28;F301

**文献标识码:**C

2011年5月4日,国土资源部批准发布《土地复垦方案编制规程》7项行业标准,为指导和规范土地复垦义务人编制土地复垦方案,履行土地复垦义务,落实土地复垦责任提供了依据;也为土地复垦方案编制单位编制方案提供了规范性指导文件。在土地复垦方案编制过程中,其土地复垦适宜性评价至关重要,起到了承上启下的作用,“承上”因为它是在损毁土地现状以及拟损毁土地预测的基础上进行的,“启下”是因为土地复垦适宜性评价是提出土地复垦技术路线和方法,合理确定土地复垦最佳方案的理论依据<sup>[1]</sup>,该文以山东省东平大洼石灰岩矿山土地复垦适宜性评价为例,结合新规程和山东省实际,介绍土地复垦适宜性评价。

## 1 大洼矿山土地复垦区现状

大洼石灰岩矿位于山东省东平县,为新建水泥用灰岩矿,矿区面积0.563 km<sup>2</sup>,开采境界范围内圈定矿石资源量为7 485.18万t。开采方式为自上而下水平分段机械化山坡露天开采。设计年生产石灰石原矿193.81万t,生产服务年限38.6年。

根据《土地复垦方案编制规程》,该矿山项目区面积为矿区范围面积,为56.30 hm<sup>2</sup>;复垦区面积为生产损毁土地面积,为48.68 hm<sup>2</sup>,包括工业场地

0.82 hm<sup>2</sup>、排土场0.73 hm<sup>2</sup>、破碎站0.51 hm<sup>2</sup>、矿山公路0.92 hm<sup>2</sup>、露天采场45.70 hm<sup>2</sup>(坑底22.62 hm<sup>2</sup>、平台18.19 hm<sup>2</sup>、边坡4.89 hm<sup>2</sup>);根据生产需要,工业场地和破碎站需要征地,征地面积1.33 hm<sup>2</sup>,矿山闭坑后征用的工业场地和破碎站用地全部纳入复垦责任范围,项目无永久性建设用地;复垦责任范围面积与复垦区面积相同为48.68 hm<sup>2</sup>。矿区平面布置及各类面积见图1。

根据矿山开发利用方案,露天开采境界地表尺寸长1 260 m,宽720 m;采场底部尺寸长630 m,宽370 m;最高境界标高+218 m,最低开采标高+60 m,采场最大垂直深度+158 m,采场最终边坡角≤53°,终了台段坡面角65°(图2)。

矿区地处丘陵区,相对高差最大177 m。地表水系不发育。地下水主要为裂隙岩溶水,赋存于石灰岩裂隙岩溶及溶蚀孔内,露天采场坑底标高为+60 m,采矿活动位于地下水位以上。

矿区内地层主要有寒武纪张夏组、崮山组和第四系。石灰岩矿的赋矿层位为寒武纪张夏组。第四纪地层只发育大站组,分布于山间部位,主要为残坡积砂质粘土,多呈褐黄色,厚度1~6 m不等。

## 2 土地复垦适宜性评价

收稿日期:2012-11-09;修订日期:2012-11-27;编辑:陶卫卫

作者简介:谭肖波(1980—),男,山东济宁人,工程师,主要从事水工环地质及地热地质勘察研究工作;E-mail:txb20081201@yeah.net。

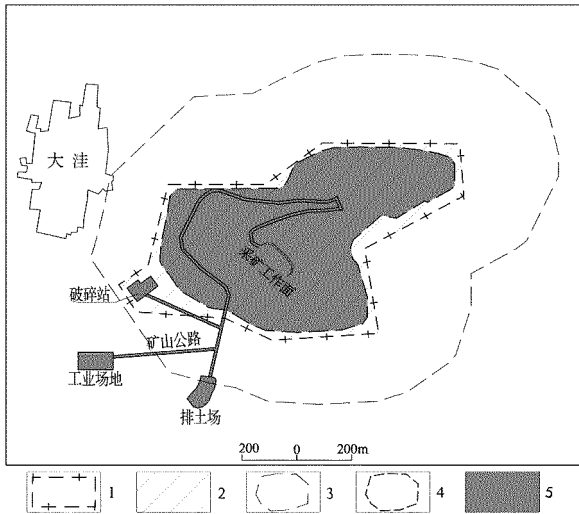


图 1 矿区平面布置及各类面积分布

1—矿区范围;2—项目区范围;3—爆破安全警戒线;4—露天采场范围;5—复垦责任范围

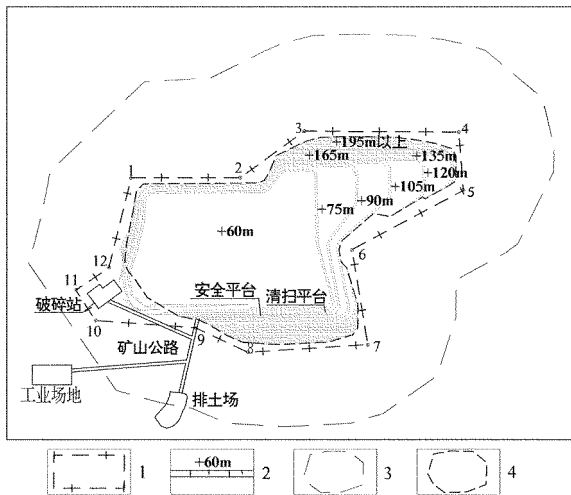


图 2 矿山开采终了平面布置示意简图

1—矿区范围;2—开采边坡及开采标高;3—爆破安全警戒线;4—露天开采范围

## 2.1 评价原则

(1)符合土地利用总体规划,并与其他规划相协调。土地利用总体规划是从全局和长远利益出发,以区域内全部土地为复垦对象,对土地利用、开发、整治、保护等方面所做的统筹安排。土地复垦适宜性评价应符合土地利用总体规划,避免盲目投资、过度超前浪费土地资源。同时也应与其他规划(如农业区划、农业生产远景规划、城乡规划等)相协调<sup>[2-4]</sup>。

(2)因地制宜原则。土地利用受周围环境条件

制约,土地利用方式必须与环境特征相适应。根据被损毁前后土地拥有的基础设施,因地制宜,扬长避短,发挥优势,宜农则农,宜林则林、宜牧则牧、宜渔则渔。复垦的土地应优先用于农业。

(3)综合效益最佳原则。在确定被损毁土地的复垦利用方向时,应考虑其最佳综合效益,选择最佳的利用方向,根据被损毁的土地状况是否适宜复垦为某种用途的土地,或以最小的资金投入取得最佳的经济、社会和生态环境效益,同时应注意发挥整体效益,即根据区域土地利用总体规划的要求,合理确定土地复垦方向。

(4)主导性限制因素与综合平衡原则。复垦土地在再利用过程中,限制因素很多,如土源、水源、土壤肥力、坡度及排灌条件等。根据项目区自然环境、土地利用和损毁状况,分析影响损毁土地复垦利用的主导性限制因素,同时也应兼顾其他限制因素。

(5)复垦后土地可持续利用原则。在进行复垦土地的适宜性评价时,应考虑矿区工农业发展的前景、科技进步以及生产和生活水平所带来的社会需求方面的变化,确定复垦土地的开发利用方向。复垦后土地应既能满足保护生物多样性和生态环境的需要,又能满足人类对土地的需求,应保证生态安全和人类社会可持续发展。

(6)经济可行、技术合理性原则。土地复垦所需的费用应在保证复垦目标完整、复垦效果达到复垦标准的前提下,兼顾土地复垦成本,尽可能减轻企业负担。复垦技术应能满足复垦工作顺利开展、复垦效果达到复垦标准的要求。

(7)社会因素和经济因素相结合原则。在进行复垦责任范围内被损毁土地复垦适宜性评价时,既要考虑其自然属性(如土壤、气候、地貌、水资源等),也要考虑其社会经济属性(如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平、生产布局等)。确定损毁土地复垦方向综合考虑项目区自然、社会经济因素以及公众参与意见等。复垦方向的确定也应该类比周边同类项目的复垦经验。

## 2.2 评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调研项目区土地损毁前的利用状况、生产力水平和损毁后土地的自然条件基础上,参考土地损毁预测和程度分析的结果,依据国家和地方的规划和行业标准,以及土地损毁前的有关土地质量和相关工程质量参数,采取切实

可行的办法,改善被损毁土地的生态环境,确定复垦利用方向。其主要依据包括《土地复垦技术标准》(试行)(1995 年),《土地开发整理规划编制规程》(TD/T1011-2000)《土地复垦方案编制规程》(TD/T1013-2011)《土地复垦条例》(2011.3.5)《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)《耕地地力调查与质量评价技术规程》(NY/T1634-2008)《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TD/T1007-2003)《山东省土地开发整理行业标准》《东平县土地利用总体规划》(2006—2020 年),复垦区已损毁土地现状调查、损毁土地预测及损毁程度分析结果和项目区土地资源调查资料等。

### 2.3 划分评价单元

划分土地复垦适宜性评价单元时主要以土地损毁类型、损毁程度等方面作为划分依据。就项目区原土地利用类型而言,涉及到耕地、林地、草地、工矿及仓储用地、交通运输用地及其他土地。涉及到的损毁类型有挖损、压占 2 种,损毁程度分为轻度损毁、中度损毁、重度损毁 3 种。

通过现场勘查及预测,大洼矿采矿过程中造成的土地损毁类型主要是挖损和压占,挖损损毁的主要是露天采场,压占损毁的主要是排土场、工业场地和破碎站。各损毁地块损毁程度、类型相差较大,特别是采矿场开采后,分为坑底、平台和边坡 3 种不同的类型。其中坑底面积较大,基本平整,平台有清扫平台、安全平台以及采准平台,而边坡为多级台阶状态,台段坡角达到  $65^\circ$ ,故将露天采场分为坑底、平台和边坡 3 个评价单元;因此,将项目区待复垦土地划分为露天采场坑底、露天采场平台、露天采场边坡、工业场地、排土场、破碎站 6 个评价单元<sup>[5]</sup>。矿山公路保留作为农村道路使用,不参与评价。

### 2.4 评价方法及基本流程

#### 2.4.1 评价体系

根据《土地复垦方案编制规程》,该方案采用土地适宜类和土地质量等两级分类系统。

(1)土地适宜类。按被损毁土地经整治复垦后对于耕、林、牧的适宜性进行划分,分适宜类、暂不适宜类和不宜类。

(2)土地质量等。在适宜类范围内,按土地对农、林、牧的适宜程度、生产潜力的大小、限制性因素及其强度各划分为三等:宜耕土地包括宜耕一等地、

宜耕二等地和宜耕三等地;宜林(园)土地包括宜林(园)一等地、宜林(园)二等地和宜林(园)三等地;宜牧土地包括宜牧一等地、宜牧二等地和宜牧三等地。

#### 2.4.2 评价方法

根据矿山实际情况,主要采用极限条件法,该方法强调主导限制因子的作用,评价单元的最终结果取决于条件最差因子的质量<sup>[6]</sup>;对露天采场坑底、露天采场平台、露天采场边坡、工业场地、排土场、破碎站进行宜耕、宜林和宜草的适宜性等级评定。

### 2.5 确定初步复垦方向

#### 2.5.1 土地损毁前的利用状况及生产水平

复垦区基本为山地,岩石基本裸露,表土层较薄,土质贫瘠,植被以灌木和杂草为主,无珍稀植物。旱地以种植小麦、玉米等农作物为主,常年产量 600 kg 左右。

#### 2.5.2 被损毁土地资源复垦的客观条件

总体来看,项目区受人类活动影响强烈,生态系统比较简单,生物多样性不强,土壤瘠薄,植被类型单一且覆盖率不高,生态环境脆弱。

#### 2.5.3 相关因素分析

##### (1)自然经济和社会经济因素分析

项目区地处山东省东平县北西方向的丘陵区,该区属北温带半湿润季风气候,四季分明,光照充足。项目区交通条件便利,矿区所在的乡镇按照“因地制宜搞调整、突出特色促发展”指导思想,围绕南菜北果、全乡共牧的规划布局,已发展成为种植、畜牧、林果三业为主的特色之乡。矿区范围内主要土地利用类型受地形地貌限制主要为草地和林地,农业生产力较低,当地农民多以种植业、畜牧业为主。根据自然和社会经济分析可知,拟损毁土地再利用以生态利用、改善项目区生态环境为主,注重防风固土,防止水土流失。

##### (2)政策因素分析

东平县国土资源局针对土地开发整理制定了一系列的办法,对所有土地开发整理项目都建立项目法人制,实行工程招标投标制,工程监理制,项目公告制,全面提升了土地开发整理工作水平。2009 年 6 月,东平县人民政府又发布了《东平县土地开发整理复垦项目资金管理办法》,加强资金管理,严格资金使用,大力推进土地开发整理复垦工作。以实现增加耕地面积、增加农民收入、改善生态环境、改善耕地条件、提高耕地质量为目标。

该矿区的土地复垦工作应本着因地制宜、合理利用的原则,综合考虑项目区实际情况,将项目区土地利用方向规划为农用地。

### (3) 公众参与分析

编制人员通过调查走访、发放调查表等方式对项目区村民的意见进行了充分征集,大洼矿生产项目特别是露天采矿区共涉及到 4 个村庄,村民代表和村集体都建议待矿山闭坑后一定要落实好土地复垦工作,并从保护生态环境角度,尽量对开采区植树造林、恢复植被。对于占用的工业场地等原土地类型为耕地的区域,一定要复垦成耕地。对于这一意见,项目编制单位应进行采纳。

当地国土部门针对大洼矿土地复垦项目,要求复垦区确定的复垦土地用途须符合土地利用总体规划;根据项目区实际情况,建议复垦方向因地制宜;建议严格按照本方案提出的复垦工程措施施工、验收,保证复垦资金落实到位。

### (4) 类比分析

矿区附近存在多处露天采石场,位于丘陵地区,矿区地层为寒武纪长清群、九龙群,岩性以灰岩为主,开采条件与大洼矿相似。其采取的复垦整治措施取得了较好的效果,主要有在边坡脚下挖沟覆土后种植爬山虎,平台上种植松柏、刺槐等复垦成林地,对大面积的采坑进行覆土复垦成耕地或穴栽复垦成林地。这些复垦利用方向及措施值得借鉴。

结合以上自然经济政策因素分析,并根据公众参与意见,并借鉴类似矿区的复垦经验,定性分析初步确定复垦方向:露天采场拟挖损损毁土地类型以其他草地为主,另有少部分有林地、旱地和裸地。挖损深度较深,对土地损毁均表现为重度损毁。露天采场闭坑后,采场平台基岩裸露,边坡坡度较陡,均不适宜耕种,需考虑其他农用地复垦方向。对露天采场坑底通过开挖石坑覆土后可以穴栽松柏等复垦成林地,因此,将坑底初步复垦方向定为林地;对边坡通过在坡脚下挖沟覆土后种植爬山虎等对边坡进行绿化,初步复垦成草地;对平台可穴栽松柏,初步复垦为林地。

工业场地拟压占损毁土地类型为旱地,属于地面硬化,对土地造成的压占损毁属于重度损毁。工业场地压占损毁土地均为旱地,根据规划,其复垦利用方向为耕地,复垦时将工业场地建筑物予以拆除,翻耕平整后回覆剥离的表土,可复垦为耕地。初步

确定将其复垦为旱地。

破碎站拟压占损毁土地类型为旱地、有林地和农村道路,破碎站属地面硬化,对土地造成的压占损毁为重度损毁。破碎站进行砌体拆除、平整后,回覆表土,可满足农作物的生长需求,初步复垦为旱地。

矿山公路不但用于矿山生产活动,还改善当地目前的交通状况,服务于当地的社会经济发展。考虑将其留作后续复垦和当地百姓生产之用,不参与适宜性评价。

排土场拟损毁土地为有林地、其他草地和采矿用地,主要为有林地,排土场主要存放剥离的表土,无污染性,复垦时其表土为重要的复垦土源。由于压占土地部分为已废弃民采场,矿山闭坑后通过对土壤进行翻耕、平整,可以复垦为农用地,根据规划排土场复垦利用方向为有林地,综合考虑公众意见,将其初步复垦方向定为有林地。

## 2.6 土地复垦适宜性等级评定

### 2.6.1 适宜性评价指标的选择

参评因子应选择那些对土地利用影响明显而相对稳定的因素,以便能通过因素指标值的变动决定土地的适宜状况<sup>[7]</sup>。土地适宜性评价应选取能够数量化,直观地对损毁土地的特性起主导限制作用的因子作定量参评因子,并确定各因子的指标和指数。挖损损毁土地主要评价因子有地表物质组成、土体厚度、土壤质地、地面坡度、积水情况。占压损毁土地主要评价因子有地表物质组成、土体厚度、土壤质地、地面坡度。

### 2.6.2 评价等级标准的确立

根据项目区的实际情况和复垦后的土地用途及我国土地复垦行业标准中的各种土地复垦的技术指标要求,参考《土地复垦技术标准》、《农用地定级规程》(TD/T1005-2003)《农用地分等规程》(TD/T1004-2003)等资料,类比相似矿区损毁土地适宜性评价和复垦经验,确定复垦土地适宜性评价的等级评定标准(表 1)。

### 2.6.3 适宜性评价过程及达到的土地质量

在详细调查复垦区土地质量状况的基础上,将参评单元的土地质量分别与复垦土地主要限制因素的农林草评价等级标准对比,以限制最大、适宜性等级最低的土地质量参评项目决定该单元的土地适宜性等级。

表 1 复垦区主要限制因素的等级标准

限制因素及 分级指标		宜耕评价	宜林评价	宜牧评价
地面坡度 (°)	<5	1 等	1 等	1 等
	5~15	2 等	2 等	1 等
	15~25	3 等或 N	3 等	2 等或 3 等
	>25	N	3 等或 N	3 等
土体厚度 (cm)	>80	1 等	1 等	1 等
	50~80	1 等或 2 等	1 等	1 等
	30~50	3 等或 N	2 等或 3 等	1 等
土壤质地	<30	N	3 等或 N	3 等或 N
	轻壤土中壤土	1 等	1 等	1 等
	重壤土砂壤土	2 等或 3 等	1 等	2 等
	粘土砂土	3 等	2 等	3 等
地表物质 组成	砂砾土重粘土	N	3 等或 N	3 等
	壤土、砂壤土	1 等	1 等	1 等
	岩土混合物	3 等	2 等或 3 等	2 等或 3 等
	砂土、砾质	N	3 等	3 等
是否积水	砾质	N	3 等	N
	不积水	1 等	1 等	1 等
	偶渍	2 等	2 等	2 等
	积水	N	3 等或 N	3 等

注: N 表示不适宜

2.6.4 适宜性等级的确定

结合上述评价过程,各评价单元的适宜性评价结果汇总见表 2。

表 2 各评价单元适宜性等级评定结果

地类 评价	适宜性等级					
	工业 场地	排土场	破碎站	露天采 场坑底	露天采 场平台	露天采 场边坡
耕地 评价	1 等或 2 等	3 等	3 等	3 等	3 等	N
林地 评价	1 等	2 等或 3 等	2 等或 3 等	2 等或 3 等	2 等或 3 等	3 等 或 N
草地 评价	1 等	2 等或 3 等	2 等或 3 等	2 等或 3 等	2 等或 3 等	3 等

2.6.5 确定最终复垦方向

待复垦土地存在多宜性,最终复垦方向的确定需要综合考虑多方面的因素,即综合考虑生态环境、政策因素及当地农民的建议,确定各单元最终复垦方向,最终复垦方向的优选依据如下:

**露天采场坑底:**采场坑底为+60 m 开采平台,面积较大,为 22.62 hm<sup>2</sup>。适宜性评价结果显示,该单元适宜性等级为宜耕 3 等,宜林、宜草为 2 等。该区域土地利用类型为有林地、其他草地和裸地,为了与周边生态环境一致,并响应该县加大荒山造林力度的政策,应复垦为有林地。由于大面积岩石裸露,借鉴以往经验,宜采用穴栽的方式进行造林。

**露天采场平台:**矿山闭坑时,除坑底外,还形成

+75 m,+90 m,+105 m 和+120 m 四个比较大的露天平台,以及清扫平台、安全平台等宽度较窄的平台。考虑到该区挖损损毁后岩石裸露,表土剥离量有限,土源保证率不高,结合周边生态环境和当地政策因素,应宜复垦为林地。借鉴以往经验,宜采用穴栽的方式进行造林。

**露天采场边坡:**露天采场边坡坡度较大,不宜复垦为耕地,宜复垦为林地或草地。为了保持与周边生态环境一致性,采用在边坡坡脚下种植爬山虎对边坡进行绿化的方式,将边坡复垦为草地。

**工业场地:**工业场地地形平坦,靠近运输道路,服务期满、建筑物拆除后,通过覆盖土壤,适宜复垦为旱地或林地,优先复垦为旱地。

**破碎站:**破碎站地形平坦,靠近运输道路,服务期满、建筑物拆除后,通过覆盖土壤,适宜复垦为旱地或林地,优先复垦为旱地。

**排土场:**排土场地形平坦,贮存的土壤用于复垦土地的土壤回填时,可通过预留一定厚度的土壤,使其复垦为旱地或林地,排土场周边大部分为林地和一部分草地,为了与周边环境保持一致,将排土场复垦为林地。

**矿山公路:**矿山公路为硬化路面,经村民调查并征求土地权属人意见,可以作为复垦后的农村道路和田间道路,予以保留。

根据适宜性评价,各评价单元最终确定的复垦利用方向见表 3。

表 3 各评价单元最终复垦利用方向

评价单元	复垦利用方向	复垦面积(hm <sup>2</sup> )
工业场地	旱地	0.82
排土场	林地	0.73
破碎站	旱地	0.51
露天采场坑底	有林地	22.62
露天采场平台	有林地	18.19
露天采场边坡	草地	4.89

3 结语

结合《土地复垦方案编制规程》,通过对大洼石灰岩露天开采石灰岩矿山复垦区现状进行调查,按照确定评价原则、确定评价依据、划分评价单元、选取评价方法并制定基本流程、确定初步复垦方向、土地复垦适宜性等级评定的基本评价步骤,详解了土地复垦适宜性评价的方法及步骤。为土地复垦方案编制单位或土地复垦义务人进行正确的土地复垦适

宜性评价并确定土地复垦利用方向提供了一定的经验参考。

## 参考文献:

- [1] 谭肖波,薄本玉,张敏,朱昶.肥城煤田白庄煤矿土地复垦适宜性评价方法探讨[J].山东国土资源,2011,27(6):36-40.
- [2] 陈秋计,赵长胜,谢宏全.基于 GIS 和 ANN 技术的矿区复垦土地适宜性评价[J].金属矿山,2004,(3):52-55.
- [3] 刘云超,王旭,欧阳江城.土地复垦的适宜性评价——以牛夕河

铁矿采选项目为例[J].安徽农业科学,2012,40(9):5688-5691.

- [4] 焦志芳,高建钰,白中科.露天煤矿待复垦土地适宜性评价单元类型划分[J].山西农业大学学报,1999,19(1):49-51.
- [5] 赵志声,陈国钧.矿山土地复垦适宜性评价[J].中国科技博览,2010,24(2):41-42.
- [6] 王欢,王平,谢立祥,王鲁宁.土地复垦适宜性评价方法[J].中南林业科技大学学报,2010,30(4):154-158.
- [7] 赵欣,刘昌华,王世东.贵州山地煤矿区待复垦土地适宜性评价初探[J].河南理工大学学报,2009,28(3):373-377.

## Suitability Evaluation of Land Reclamation in Dawa Limestone Mine

TAN Xiaobo<sup>1</sup>, ZHANG Lixia<sup>2</sup>, BO Benyu<sup>1</sup>, XU Yuan<sup>3</sup>, WANG Gang<sup>4</sup>, LIU Qianran<sup>4</sup>, ZHU Ning<sup>1</sup>

(1. Lunan Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Yanzhou 272100, China; 2. Shandong Monitoring Center of Geological Environment, Shandong Jinan 250014, China; 3. Shandong Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China; 4. No. 1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China)

**Abstract:** After the release of "land reclamation program preparation procedures", how to carry out correct suitability evaluation for land reclamation according to stand specifications is the key part in making land reclamation program. Setting Dawa limestone mine as an example, in accordance with the assessment principles, assessment basis, dividing evaluation units, evaluation methods and the basic process, grading evaluation process of primary reclamation direction and land reclamation suitability has been determined, land reclamation suitability evaluation has been carried out, and final reclamation and utilization evaluation unit direction have been ultimately determined. The kind of study has a certain reference value for land reclamation suitability evaluation in similar areas.

**Key words:** Limestone mine; land reclamation; suitability assessment; Dongping county in Shandong province