

李 辉, 李永红, 康金栓, 等. 陕西省韩城市西山灰岩群采区矿山地质环境问题及恢复治理探讨[J]. 灾害学, 2014, 29(3): 139–143. [Li Hui, Li Yonghong, Kang Jinshuan, et al. A Discussion about Geo-environment Problem and Improvement of Limestone Mining in Western Hills of Han Cheng City[J]. Journal of Catastrophology, 2014, 29(3): 139–143.]

陕西省韩城市西山灰岩群采区矿山地质环境问题及恢复治理探讨^{*}

李 辉¹, 李永红¹, 康金栓², 何意平¹

(1. 陕西省地质环境监测总站, 陕西 西安 710054; 2. 陕西省地质调查院, 陕西 西安 710065)

摘 要: 陕西省韩城市西山灰岩群采区矿山地质环境问题主要为岩质高陡边坡寸草不生影响地貌景观, 可能引发崩塌灾害; 废渣占用或破坏土地资源, 可能引发泥石流灾害; 灰岩石料加工等人类工程活动粉尘污染极为严重, 造成附近村民“脏、乱、差”的生活环境。这些矿山地质环境问题属历史遗留下的或责任主体不明, 属韩城市“三区两线”矿山覆绿范畴。在充分收集西山灰岩群采区地质资料的基础上, 通过详细的外业调查, 分析研究区内矿山地质问题及危害, 划分了8个恢复治理分区。提出了以植被混凝土喷涂边坡、挖高填低整理采坑并种植花椒树、修筑挡墙拦挡废渣、修筑排水沟疏导地表水等防治措施。治理工程的实施可从根本上改变韩城市西山群采区的地貌景观, 提高城市形象, 变废为宝, 让灰岩群采区成花椒种植基地, 为陕西省灰岩矿山地质环境问题恢复治理提供示范和依据。

关键词: 西山灰岩群采区; 矿山地质环境问题; 恢复治理; 韩城市

中图分类号: X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2014)03–0139–05

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2014.03.025

陕西省韩城市西山灰岩群采区位于禹门口黄河西岸。区内灰岩成带状分布且厚度稳定, 矿石质量优良, 是城市建设、道路修建、水泥厂生产用料。该区一直是地方群采灰岩的老石料场, 30 km的地段上有规模不等的采场21个, 灰岩的开发利用为地方经济建设做出了较大的贡献。随之而来的矿山地质环境问题非常突出, 露采场形成的岩质高陡边坡寸草不生、满目疮痍(图1), 为崩塌发生提供了地形条件并影响地貌景观; 废渣占地既破坏土地资源(图2), 也成为泥石流隐患; 利用灰岩衍生的石料加工、石灰烧制(图3)、水泥加工等人类工程活动, 在生产过程中产生的粉尘污染极为严重。西山坡脚赵村—禹门口附近村民的生活环境“脏、乱、差”的局面十分严重。



图1 渚北一带采场远景(边坡寸草不生)

韩城市是陕西省2012年确认的省级计划单列市, 有世界历史文化名人司马迁祠墓、以党家村为典型的明清古建筑、黄河咽喉龙门风景区等陕西省重要旅游景点, 也是我国的花椒基地之一。西山群采区面向韩城市区, 坡脚有大量居民集中居住(图4)。西禹高速、G108国道、西侯铁路近南北向通过黄河西岸, 沿岸向西望去, 灰岩群采区露采场形成的高陡边坡呈“鬼剃头”, 这些矿山地质环境问题属历史遗留下的或责任主体不明, 严重影响“三区两线”的地貌景观和城市形象。



图2 建功—胜臣一带采石场占用耕地

针对该区的矿山地质环境现状, 地方政府和相关部门对区内的无证矿山进行了关停、有证矿山将不再续期, 矿山地质环境迫切需要恢复

^{*} 收稿日期: 2014–01–07 修回日期: 2014–02–24

基金项目: 国家地质调查专项“西北地区矿产资源集中开采区矿山地质环境调查”(1212011220219); 2012年国土资源部“矿山复绿”行动方案(国土资厅发[2012]36号)

作者简介: 李 辉(1974–), 女, 陕西高陵人, 工程师, 主要从事地质灾害防治和地下水动态研究工作。

E-mail: 632199612@qq.com



图3 高许庄村民烧制石灰, 污染空气



图4 建功—西塬采场位于集中居住区附近

治理^[1]。

陕西省地质环境监测总站编制了《韩城市西山(赵村—禹门口)灰岩群采区矿山地质环境治理重大项目可行性研究报告》^[2], 韩城市国土资源局拟多方筹措资金解决西山灰岩群采区矿山地质环境问题。本文以此为基础进行探讨。首先收集西山灰岩群采区地质资料, 然后进行详细的调查, 查明矿山地质环境问题及危害, 最后划分恢复治理区并提出具体的防治措施。

1 矿区自然地理与地质环境背景

1.1 自然地理图

区内地势西高东低。地貌单元由西向东依次为残塬丘陵区、黄土台塬区和河谷阶地区^[3]。该区属暖温带半干旱大陆性季风气候, 四季分明, 降水量小于蒸发量, 降水主要集中于6—8月。年平均气温14.5℃。区内较大的河流有盘河, 属黄河水系。

1.2 地质环境背景

1.2.1 地层岩性

区内主要有寒武纪、奥陶纪、石炭纪、二叠纪、三叠纪和第四纪地层, 分述如下:

①寒武系: 出露于上峪口、下峪口、西原沟、盘龙沟一带。下部为灰岩, 上部钙质页岩和粉砂岩, 顶部为泥灰岩夹粉砂岩。总厚400 m(图5)。

②奥陶系: 仅存下统, 出露于英山以北至龙门一带, 岩性以碳酸盐岩为主。厚400 m左右。

③石炭系: 主要为本溪组和太原组, 岩性以砂岩、泥岩为主, 夹石灰岩, 厚70 m。出露于上峪口等地。

④二叠系: 以砂岩为主, 下统山西组含煤地层, 石盒子组为煤系上覆地层, 广泛分布于研究区中北, 大部地区为第四系覆盖, 多出露于河流沟谷中。

⑤三叠系: 分布于研究区西北, 为纸坊组和

尚沟组砂泥岩, 为煤层的上覆地层, 大部为黄土所覆盖。

⑥第四系: 以黄土为主, 分布广泛。离石黄土浅黄色含有钙质结核, 夹多层古土壤。厚20~80 m; 马兰黄土浅黄色节理发育, 有钙质结核, 具大孔隙, 厚度0~15 m; 全新统为冲洪坡积物, 结构松散。厚0~50 m。

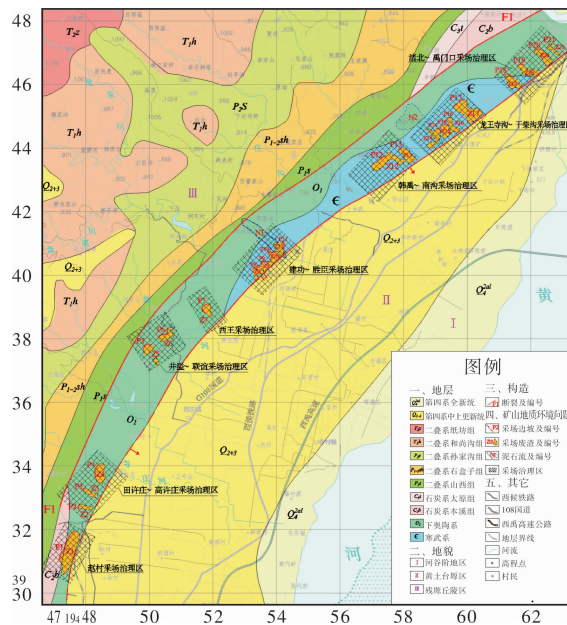


图5 西山灰岩群采区矿山地质环境背景及矿山地质环境问题

1.2.2 构造

韩城断裂(F1)为右行走滑断层, 错动速率3.57~0.17 cm/a, 高角度正断层。由河津县经禹门口进入韩城, 沿禹门口—西庄一线展布, 走向近NNE, 倾向SE。长百余里, 是本区最大的活动性断裂, 该断裂控制了区内灰岩的分布情况。

1.2.3 岩土体及矿体

岩土体以块状坚硬碳酸盐岩和松散岩类碎石土、风积黄土为主。矿体赋存于寒武系、奥陶系地层内, 被第四系黄土覆盖。从南至北由奥陶系向寒武系过渡。矿体倾向西北, 倾角20°~30°, 延伸长度及厚度稳定。矿体主要为白云质灰岩及白云岩夹泥灰岩。厚度150 m。

1.2.4 地震

韩城市地处汾渭地堑边缘, 是地震多发区, 历史上地震活动频繁。地震基本设防烈度为Ⅷ度。

1.2.5 水文地质条件

地下水类型主要为黄土孔隙裂隙水、松散岩类裂隙水、碳酸盐岩水。地下水由降水入渗补给, 孔隙裂隙水沿基岩界面汇集向下运移, 在沟谷两侧以泉排泄。碳酸盐岩水沿岩层面或裂隙向下径流, 以泉的形式排入河流或沟谷中。矿体位于侵蚀基准面之上, 有利于自然排水, 灰岩群采区周围水系不发育。

1.2.6 人类工程活动

区内改变地质环境条件的人类工程活动主要

表 1

西山灰岩群采区各采场矿山地质环境问题及危害

序号	采场名称	采场边坡影响地貌景观				采场占用、破坏土地资源				
		编号	高/m	宽/m	面积/m ²	编号	面积/m ²	采坑容积/m ³	占用土地类型	废渣体积/m ³
1	赵村	P1	20	800	16 000	Z1	268 544	251 760	坡地和耕地	41 960
2	田许庄	P2	15	120	1800	Z2	33 552	47 183	坡地和沟道	4 194
3	雷许庄	P3	15	80	1 200	Z3	36 256	67 980	坡地和沟道	2 833
4	高许庄	P4	25	400	10 000	Z4	99 040	185 700	坡地、耕地和沟道	6 190
5	井溢	P5	20	240	4 800	Z5	64 032	90 045	坡地	3 002
6	联谊	P6	20	400	8 000	Z6	57 056	53 490	坡地	2 675
7	西王	P7	30	320	9 600	Z7	49 856	23 370	坡地和耕地	3 116
8	建功	P8	15	240	3 600	Z8	56 768	53 220	坡地和耕地	4 435
9	西塬第四	P9	15	280	4 200	Z9	44 720	62 888	坡地和耕地	4 193
10	溢塬与西塬第三	P10	15	240	3 600	Z10	58 368	109 440	坡地和耕地	4 560
11	胜臣	P11	30	200	6 000	Z11	64 608	90 855	坡地和耕地	10 095
12	龙王寺沟	P12	30	168	5 040	Z12	89 744	84 135	沟道、耕地	7 011
13	保佳	P13	15	80	1 200	Z13	55 824	26 168	坡地和沟道	2 617
14	铁路水泥厂	P14	30	80	2 400	Z14	55 408	51 945	坡地和沟道	1 732
15	干柴沟和石窑沟	P15	15	240	3 600	Z15	198 672	279 383	坡地和沟道	12 417
16	韩禹	P16	30	240	7 200	Z16	141 136	264 630	坡地	4 411
17	南沟	P17	15	120	1 800	Z17	79 488	149 040	沟道	3 726
18	渚北建生	P18	30	240	7 200	Z18	87 072	122 445	坡地和沟道	6803
19	渚北石渣	P19	30	160	4 800	Z19	76 384	71 610	坡地和沟道	4774
20	渚北金城	P20	30	240	7 200	Z20	83 408	117 293	坡地和沟道	3910
21	禹门	P21	30	120	3 600	Z21	28 128	52 740	坡地和沟道	879
合计			15 ~ 30	5 008	112 840		1 728 064	2 255 320	坡地、沟道、耕地	135 533

是灰岩露天开采。

害, 危害严重。

2 矿区地质环境问题及危害

西山灰岩群采区矿山环境地质问题及危害(表 1)。

2.1 破坏和影响地貌景观

矿区灰岩出露厚度大, 高百余米, 露天开采、开挖、爆破形成了陡直坡体。坡体基岩裸露、坡度近乎直立, 总长度约 5 008 m。严重影响了韩城市周边以及西禹高速、G108 国道、西侯铁路沿线的地貌景观。另外, 灰岩石料加工等粉尘污染严重, 能见度较低, 使西山坡脚村民的生活环境变得“脏、乱、差”, 这些矿山环境问题严重制约了地方经济的发展和投资环境。

2.2 占用和破坏土地资源

除采场破坏土地外, 21 处废渣堆 (Z1 - Z21) 体积规模量大, 占用和破坏大面积沟道、坡体、耕地; 采坑深浅不一, 平面展布面积较大, 对周边群众形成一定威胁的同时也造成大量空地闲置。

2.3 易引发崩塌、泥石流灾害

露天采场的 21 处边坡 (P1 - P21) 岩体陡直, 坡高 15 ~ 30 m, 局部地段由于爆破震动, 岩体开裂, 可能引发崩塌; 21 处废渣中, 除 Z11、Z12 可能诱发泥石流 (西原沟泥石流隐患 N1、龙王寺沟泥石流隐患 N2) 外, 其它废渣大都位于残塬丘陵区与黄土台塬、阶地过渡地段的锥形冲沟, 这些沟谷均为低易发泥石流沟。

西原沟和龙王寺沟谷坡陡峭, 纵坡降大, 沟口堆渣大, 若遇暴雨或大暴雨可能诱发泥石流灾

3 治理措施

针对矿山地质环境问题的不同实施相应的治理措施。

3.1 边坡治理措施

边坡治理工程拟选两个方案: 一个是分级放坡, 穴播种植花椒树; 另一个是清理坡面, 植物喷涂, 经比选后者较可行 (表 2)。

表 2 边坡治理措施方案比选

方案一	方案二	治理方案比选
放坡成台阶状 ^[4] 、台阶上穴播、覆土种植花椒树, 后缘和沟道内修排水沟。	清理坡面危岩体, 岩体上铺铁丝, 搅拌植被混凝土 ^[5-7] , 喷射绿化基材, 覆盖无纺布, 喷水养护, 坡顶修环形排水沟。	由于边坡岩石性质, 方案一需要放坡, 设计多级平台且岩石无植物生存条件, 难度较大; 方案二是当前工程创伤岩石边坡生态修复的最新模式, 是岩石边坡工程防护与生态绿化措施并重的综合性新技术, 能使植物在最短的时间内快速生长覆盖, 从而达到边坡防护和绿化的目的。方案二优于方案一。

3.2 废渣治理措施

针对废渣随意堆放的问题, 废渣堆前修筑挡墙, 将废渣堆削高填低, 覆土整平, 达到恢复土地植种的功能。

3.3 土地复垦治理措施

采场及废渣堆清理平整完成后, 在顶面覆 0.5 ~ 1.0 m 的腐植土, 种植花椒树。土源选在采区前缘黄土台塬上, 以采取腐植土为主。

3.4 地表水疏导治理措施

为防止雨季山坡上的地表水冲刷坡面和消除

废渣形成的泥石流隐患，完善排水系统，在边坡顶部设计截水沟，沿泥石流隐患沟道修建排水渠，最终将汇水引出矿区或至边坡两侧。

4 治理分区划分和恢复方案

按地域分布的特点，将西山灰岩群采区 21 个采场分成 8 个恢复治理区，见图 5。8 个恢复治理区矿山地质环境问题基本相同，拟采取上述 4 种治理措施综合治理。现就其中的 2 处治理分区分述如下。

4.1 赵村采场治理区恢复方案

采场及边坡综合治理方案见图 6 和表 3。

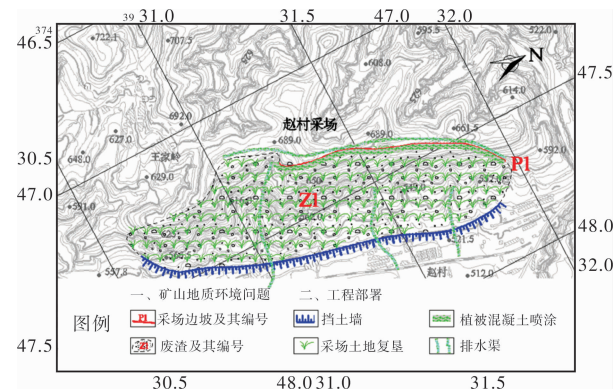


图 6 赵村采场治理区恢复方案图

4.2 渚北—禹门口采场治理区恢复方案

采场及边坡综合治理方案见图 7 和表 4。

另外，治理措施实施过程中，均要建立矿山地质环境监测体系，主要对露天形成的岩质高陡边坡加强监测^[9]，对挡墙的稳定性进行监测，同时对植被进行定期养护人，保证成活率。监测方法主要采用人工巡视，发现异常点采用钢卷尺、GPS、经纬仪器测量变形程度，作好记录，根据监测数据，分析变化速度与发展趋势，及时制定相应的防治方案。

采用新技术、新方法对区内可能引发的地质灾害和矿山地质环境问题实现成功预报和监测预警，对影响矿山环境的因素采用多种方法合理评价^[10-13]，制定恢复治理方案，防患于未然。

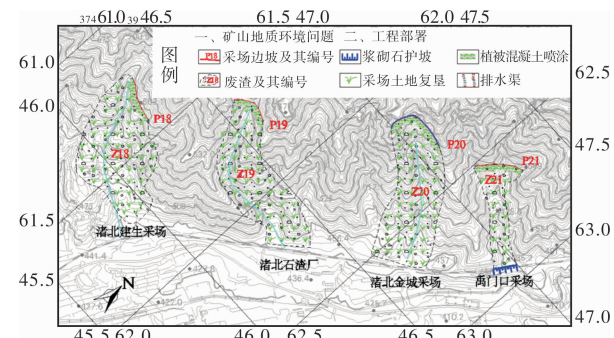


图 7 渚北—禹门口采场治理区恢复方案图

表 3 赵村采场治理区恢复方案说明表

方案	采场	采场边坡
治理措施	在采场前缘设置挡墙，随地形走势挖高填低(填挖方尽可能相等)，然后再覆腐植土，同时在土壤中增加有机肥和钾肥等 ^[8] ，种植花椒树。	在采场回填整治前，清理边坡上部的危岩体，然后在边坡顶部修筑环形排水沟，水排泄至边坡两侧；最后采用植被混凝土进行坡体绿化。
具体方法	施工前清理场地内的废弃设施，包括工棚、灰窑、碎石设备等。 在采坑内，从采场边坡脚由西向东逐级推进，填方材料来源于是采场边坡上的不稳定岩土体、削坡土石方量及采场内的废渣。 根据该区采点多，采场边坡和采坑断续分布实际情况，台级数根据地形走势和原采场的实际情况而定，坡脚自然休止。采场前缘台阶设置在南侧便道边，并用浆砌石挡墙护坡，在三个冲沟内留设排水渠，水流汇至铁路涵洞内。采场回填整治后，上面覆土，种植花椒树。	清理边坡上不稳定危岩体，尽量使边坡面平整。 植被混凝土技术方法是先在岩体上铺上铁丝，并用锚杆固定。将植被混凝土原料经搅拌后由常规喷射设备喷射到岩石表面，形成近 8~10 cm 厚的植被混凝土。喷射完毕后，覆盖一层无纺布防晒保墒，水泥可使植被混凝土形成具有一定强度的防护层，经过一段时间洒水养护，青草就会覆盖坡面，揭去无纺布，茂密的青草将会自然生产。

表 4 渚北—禹门口采场治理区恢复方案说明表

方案	采场	采场边坡
治理措施	渚北建生—金城采场：现状分为若干台阶，以现有台阶为界，前缘坡脚分别设 3~5 m 的挡墙，坡体上用浆砌石护坡，然后回填整治采场平台、加工平台，待填方工程完毕后，进行覆土种植花椒树，采场前缘为煤矿铁路专用线，冲沟现状虽为非易发泥石流沟，但遇水，泥石流的易发程度将发生变化，为此在冲沟内修筑水渠，引至铁路边的涵洞内。	同 赵 村 采场
具体方法	禹门采场：废渣沿黄河支沟堆积，对沟道泄洪形成一定威胁。在沟口前修筑挡墙，生态恢复采场平台。	同 赵 村 采场
	渚北建生—金城采场：在施工前，首先清理场地内的废弃设施，对碎石进行拦挡，防止水土流失占用耕地；然后在加工平台后设置挡墙，前浆砌石护坡，最后在各平台上覆土进行生态恢复。从采场沟头至铁路线前，修排水系统。	同 赵 村 采场
	禹门采场：在沟口下游修挡墙，防止水土流失堵塞涵洞，然后将采场挖高填低，覆腐植土，生态恢复采场平台，主要是种植花椒树。	同 赵 村 采场

5 工程效益

矿山恢复治理项目属公益性、社会性项目，其价值具有间接性、潜在性和长久性的特点。治理工程的实施，将恢复被破坏的土地、消除地质

灾害隐患,使矿山地质环境得到明显改善,有力保障群众生命财产安全。为当地人民生产、生活创造良好的生态环境。社会效益和经济效益显著:

社会效益:治理工程实施后,可提高矿区植被覆盖程度,美化环境,降低灰岩矿开发对环境的负面影响,改善当地居民的生活环境,缓解矿山企业与周围居民的矛盾,有利于社会稳定和区域经济持续发展。

经济效益,治理工程实施后,粗略估算可增加花椒林地 172.8 hm²,将成为韩城市的花椒种植基地之一,为当地村民增加一定的经济收益。

6 结论

(1)韩城市西山灰岩群采区有规模不等的露天采场 21 个。主要矿山地质环境问题是岩质高陡边坡寸草不生影响地貌景观,可能引发崩塌灾害;废渣占用或破坏土地资源,可能引发泥石流灾害;灰岩石料加工等人类工程活动粉尘污染极为严重,造成附近村民“脏、乱、差”的生活环境。属历史遗留的或责任主体不明的矿山问题。

(2)通过本文研究与探讨,划分了 8 个恢复治理区,采场内防治措施是在废渣堆前缘设置挡墙,随地形走势挖高填低(填挖方尽可能相等),然后再覆腐植土,同时在土壤中添加有机肥和钾肥等,种植花椒树;采场边坡的防治措施是清理边坡上部的危岩体,然后在边坡顶部修筑环形排水沟,水排泄至边坡两侧;最后采用植被混凝土进行坡体绿化。

(3)治理工程实施后,可从根本上改变韩城市西山群采区的地貌景观,提高城市形象,采区将变为花椒基地,具有较大的社会效益和经济效益,为陕西省灰岩矿山地质环境问题恢复治理提供示范和依据。

韩城市“三区二两线”的地质环境将得到有效改善。

(4)治理矿山地质环境问题必须要约束人类工程活动,相关主管部门必须规范西山灰岩群采区矿权设置及相关的人类工程活动,对于影响地貌景观的矿山尽早关停或矿权置换,从源头上减少改变矿山地质环境的人类工程活动。

参考文献:

- [1] 崔秀茹. 浅谈韩城市生态环境保护策略[J]. 煤炭经济研究, 2009(5): 15-16.
- [2] 李辉, 李永红, 何意平, 等. 韩城市西山(赵村一禹门口)灰岩群采区矿山地质环境治理重大项目可行性研究报告[R]. 西安: 陕西省地质环境监测总站, 2011.
- [3] 赵法锁, 林斌, 宋飞, 等. 陕西省韩城市地质灾害调查与区划报告[R]. 西安: 长安大学地质工程勘察研究院, 2003.
- [4] 吴裕年, 陈武民. 镇坪县杏花山灰岩矿地质环境问题及其治理研究[J]. 西部探矿工程, 2012, 9(3): 141-147.
- [5] 陈军信. 植被砼边坡防护施工技术[J]. 建筑与工程, 2007, 9(36): 141-147.
- [6] 王奇. 陕南地区岩质边坡生态防护研究[D]. 西安: 长安大学, 2008.
- [7] 刘本同, 钱华, 何志华, 等. 我国岩石边坡植被修复技术现状和展望[J]. 浙江林业科技, 2004, 24(3): 47-54.
- [8] 余雕, 周军, 刘存寿, 等. 韩城市花椒园土壤养分状况及施肥研究[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(4): 65-66.
- [9] 刘超良, 孙涛, 魏增超, 等. 露天矿山地质环境保护与恢复治理[J]. 地质灾害与环境, 2013, 24(2): 34-36.
- [10] 王雁林, 田世坡, 马宗科, 等. 陕西省城市地质环境灾害防治实例分析与对策[J]. 灾害学, 2008, 23(suppl): 30-32.
- [11] 王雁林. 陕西省地质灾害实例分析及致灾模式探讨[J]. 灾害学, 2008, 23(3): 57-61.
- [12] 王雁林. 陕西省地质灾害预报实例分析及模式探讨[J]. 灾害学, 2006, 21(4): 71-74.
- [13] 陈建平, 范立民, 李成. 基于模糊综合评判和 GIS 技术的矿山地质环境影响评价[J]. 中国煤炭地质, 2014, 26(2): 43-48.

A Discussion about Geo-environment Problem and Improvement of Limestone Mining in Western Hills of Han Cheng City

Li Hui¹, Li Yonghong¹, Kang Jinshuan² and He Yiping¹

(1. Geo-environmental Monitoring Central Station of Shaanxi Province, Xi'an 710054, China;

2. Geological Survey of Shaanxi Province, Xi'an 710065, China)

Abstract: It is the main geo-environment problem of limestone mining in Western Hills of Han Cheng city, that nothing growing in the high and steep side slope destroys geomorphologic landscape and may cause collapse disasters, waste residue occupying land resources may cause debris flow disasters, and processing stone products causing serious dust pollution deteriorate the living environment of nearby village. Liability subject for these geo-environment problem is promiscuous because of factors left from history, and it belongs to areas of three area and two lines mine return green of Han Cheng city. Based on gathering geological data of limestone mining in Western Hills and field investigations, this paper analyzes geo-environment problem of limestone mining in Western Hills and its hazard to divide the area into 8 protection zones. Control measures also are proposed such as spraying the slope with vegetation concrete, planting pepper on arranged pit, building retaining wall for waste residue, putting up drainage ditch for surface water and so on. These projects of management fundamentally change the geomorphologic landscape of limestone mining in Western Hills, improve city image, recycle waste material, turn the limestone mining into pepper planting base and set an example for geological environment protection of limestone mining in Shannxi Province.

Key words: limestone mining in Western Hills, geo-environment problem, improvement and rectification, Han Cheng city