

辽宁省矿区水土保持生态建设分区研究

李树彬

(辽宁省水土保持研究所, 辽宁 朝阳 122000)

摘要: 根据矿区环境和基质特点, 将辽宁省矿区划分为水蚀矿区、水蚀风蚀交错区和风蚀矿区 3 个一级区, 土状基质水蚀矿区、岩状基质水蚀矿区、土状基质水蚀风蚀矿区、岩状基质水蚀风蚀矿区、风蚀矿区等 5 个二级区和 7 个三级区, 并阐述了每个分区的面积、特点及植被恢复的关键。

关键词: 矿区; 生态建设; 分区; 辽宁省

文献标识码: A **文章编号:** 1000—288X(2008)04—0090—04 **中图分类号:** S157, X171.4

Regional Division of Ecological Reconstruction in Mining Area for Soil and Water Conservation of Liaoning Province

LI Shu-bin

(Institute of Soil and Water Conservation of Liaoning Province, Chaoyang, Liaoning 122000, China)

Abstract: By the environmental characteristics and conditions, there are 3 first grade areas, 5 second grade areas, and 7 third grade areas in the mining areas of Liaoning Province. Those are the water erosion mining area, water-wind erosion mining area, and wind erosion mining area; water erosion mining area with surface matter similar to soil, water erosion mining area with surface matter similar to rock, water-wind erosion mining area with surface matter similar to soil, water-wind erosion mining area with surface matter similar to rock, and so on. In addition, regional area, characteristics, and the key of vegetation reconstruction are considered.

Keywords: mining area; ecological reconstruction; regional division; Liaoning Province

1 辽宁省矿区水土流失现状

辽宁省是采矿业大省, 长期以来, 由于偏重经济效益, 忽视环境保护, 水土流失剧烈。据辽宁省矿区水土流失调查资料, 全省开采矿点 6 881 个, 直接形成的水土流失面积达 89 553.64 hm^2 , 占全省强度以上水土流失面积的 17.73%; 全省采矿业年排弃废渣总量为 $1.35 \times 10^8 \text{ t}$, 累计废渣排弃总量约 $3.05 \times 10^9 \text{ t}$ 。采矿形成的水土流失区域立地条件恶劣, 水土流失剧烈, 植物难以生存, 加剧了土地荒漠化程度, 堆积形成的再塑堆垫地貌稳定性较差, 特别容易诱发滑坡、泻溜、泥石流等重力侵蚀, 对环境和经济发展构成了严重威胁。

辽宁省水土保持部门对采矿区恢复治理工作始终给予高度重视, 在企业的配合下也开展了大量的治理工作。然而由于矿业废弃地是极度退化的生态系统, 立地条件极端恶劣, 生物难以存活, 许多矿业废弃

地在天然状态下数年、甚至数十年都寸草不生。尽管水保部门做出了很大努力, 但由于对矿区生态建设规律缺乏科学认识, 虽有成功的经验(如鞍钢集团齐大山铁矿排岩场及抚顺露天矿排岩场的生态重建), 但总体成效不够显著。目前全省采矿区已恢复治理的面积为 1 964.95 hm^2 , 仅占总破坏面积的 1.74%。研究矿区生态重建规律, 探索科学的矿区生态重建技术体系迫在眉睫。

矿区水土保持生态建设的一个基本原则就是因地制宜。辽宁省幅员辽阔, 各地有各地的具体情况, 进行水土保持生态建设时应充分考虑这些地区的特点。这就从技术上说明对辽宁省矿区水土保持生态建设条件进行分区的重要性。一个特定的矿区属于哪种水土保持生态建设类型, 可以采用哪些成功的水土保持生态建设模式, 需要通过水土保持生态建设分区来回答。

过去, 辽宁省成功地开展过土壤区划、植被区划、农业区划、水土保持区划等工作, 为辽宁省矿区水土

保持生态建设分区提供了依据。辽宁省矿产资源种类繁多,储量丰富,大大小小矿点遍布全省各地,对全省矿区进行水土保持生态建设分区有一定难度,但由于各类矿藏的分布具有一定的规律性,许多矿区废弃迹地的立地条件又具有一定相似性,这为矿区水土保持生态建设分区提供了有利的条件。

2 矿区水土保持生态建设分区的理论基础及原则

2.1 地域分异原理

地域分异原理是矿区水土保持生态建设分区的基础。所谓地域分异是指不同地区之间矿区水土保持生态建设条件存在明显的差异,而在一定的区域内又有普遍的相似性。正是这种差异和相似性才使分区工作显得有必要而又切实可行。

2.2 类型的空间映射原理

类型的空间映射实质表明,水土保持生态建设分区是客观事物的真实反映,这就要求不同的水土保持生态建设类型矿区在地理空间上不能重叠,但是,同一水土保持生态建设类型矿区可以分布在不同的地理单元。

2.3 主导因子和综合因子相结合的原则

水土保持生态建设条件由自然地理条件(气候、地貌、水文条件等)和采矿迹地立地条件两部分组成。从国内外矿区水土保持生态建设实践来看,宏观上自然地理条件是主导因子。比如在降雨量比较大的地区,矿区迹地基质风化速度快、含水量高,植被较易成活,投入少,效果好,而在降雨量较少的地区,则投入大,效果差。因此,影响水土保持生态建设分区的主导因子是自然地理条件。主导因子和综合因子相结合的原则指既要以自然地理条件为主进行分区,又要充分考虑矿区立地条件,使分区更切合实际,更有指导意义和可操作性,具体作法可采用大区依据自然地理条件划分,小区依据矿区立地条件分区。

2.4 科学性与实用性相结合的原则

科学性要求尽量反映区内水土保持生态建设条件本来面目,因此,在分区时一定要选择恰当评价因子并采用合理的划分方法。实用性要求分区结果对实际工作有指导作用,提出的建议或设想具有可操作性。科学性要求尽量将存在差异的矿区划为不同类型区,实用性要求分区不宜过多过细,二者存在一定矛盾,分区时要二者兼顾。由于本次分区的目的是重建矿区生态系统,应综合考虑矿区自然地理条件和矿区立地条件等与植被恢复密切相关的生态因子。

2.5 大区与小区划分相结合的原则

由于辽宁省矿产资源丰富、种类繁多,矿点遍布全省各地,进行分区时不能简单地分为几个区,但又不能分得过细,否则就难以起到宏观指导作用。因此,可先将全省矿区根据生态环境保护特点先划分几个大区,再根据矿区基质立地条件划分为若干小区。

2.6 矿区水土保持生态建设的主攻方向和主要治理措施相一致的原则

辽宁省目前开采的矿产已达88种,且分布在全省各地,矿区水土保持生态建设条件千差万别,将全部矿区分成几个治理措施完全一样的类型区是不现实的,但矿区水土保持生态建设分区应尽量使同类型矿区具有相同的水土保持生态建设限制性因子、相同的主攻方向和主要治理措施。

辽宁省矿产资源种类多,分布广,各矿种相杂而出,有些矿种在全省各地均有分布,因此,矿区水土保持生态建设分区与土壤区划、植被区划、农业区划、水土保持区划等有所不同,大区成片,小区则不可能成片。从某种意义上来说,小区划分更象是分类,但为了与大区划分称谓相一致及考虑生态建设规划治理习惯,我们仍称之为分区。

3 影响矿区水土保持生态建设分区的几个重要因子

3.1 土壤

土壤是陆地生态系统赖以存在的基础,根据矿区生态重建主导因子研究结果,我们知道土壤的匮乏是矿区水土保持生态建设主要限制因子之一。多数矿区迹地下垫面都是由大小不等的岩块、甚至是整片岩石构成,缺乏真正意义上的土壤。我们先称矿区下垫面物质为基质,选取几个有代表性矿点,对其养分含量及基质颗粒组成进行测试,结果见表1,表3。中华人民共和国行业标准《土地复垦技术标准(试行)》对旱地土地分级见表2。

由表1—2可知,除抚顺露天矿外,其它矿区基质均属最差级别的土地。抚顺露天矿有机质和全N含量较高的原因是该矿排岩场废弃时间较长(已经废弃26a),并且生态重建工作做得较好。如何将矿区基质改造成适于植物生长的物质是矿区水土保持生态建设的关键。

由表3可见,不同矿区基质颗粒级配相差很大,而基质的颗粒级配情况决定着其改造难易程度,根据矿区基质成土难易程度,我们将矿区基质分为三大类,即土状基质、岩状易风化基质和岩状难风化基质。

表 1 各矿点基质养分含量表

矿点	全 N/ %	速 N/ (mg · kg ⁻¹)	速 P/ (mg · kg ⁻¹)	速 K/ (mg · kg ⁻¹)	有机质/ %	pH 值
朝阳万华集团金矿尾矿砂	0.013	24	0.8	26	0.38	8.3
大石桥硼泥	0.016	21	1.3	34	0.45	8.2
抚顺西露天矿	0.464	179	6.3	254	6.08	7.9
眼前山铁矿	0.024	20	4.6	64	0.47	8.7
大孤山	0.032	22	1.4	44	0.80	8.5

表 2 旱地分级指标

等级	有机质/ %	全 N/ %	速 P/ (mg · kg ⁻¹)	速 K/ (mg · kg ⁻¹)
一	>4.0	>0.12	>20	>150
二	3.0~4.0	0.10~0.12	10~20	120~150
三	2.0~3.0	0.08~0.10	5~10	80~120
四	1.5~2.0	0.05~0.08	3~5	50~80
五	<1.5	<0.05	<3	<50

3.2 水分

黏土类矿区基质因机械碾压而板结,导致降雨无法下渗而以地表径流形式白白流失掉;其它类矿区则因基质孔隙大而导致降雨迅速渗漏,因此矿区基质含水量普遍偏低(表 4)。从表 4 中可以看出,大多数矿区基质含水量与大多数植物萎蔫含水量相仿,并且降雨后迅速恢复到降雨前的水平,是矿区植物难以存活的主要原因。

表 3 不同矿种固体废弃物天然状态下表层 15 cm 物质颗粒组成

矿点	堆放时间	样品质量/ kg	>5 mm		5~2 mm		2~0.05 mm		<0.05 mm	
			m/ kg	p/ %	m/ kg	p/ %	m/ kg	p/ %	m/ kg	p/ %
调兵山粉煤灰堆放场	新	1.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	1.000	100.00
大石桥硼泥堆放场	新	1.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	1.000	100.00
建平膨润土矿	新	1.000	0.000	0.00	0.129	12.90	0.712	71.20	0.159	15.90
	1 a	1.000	0.000	0.00	0.026	2.60	0.783	78.30	0.191	19.10
朝阳东五家子铁矿	1 a	5.000	4.328	86.56	0.241	4.82	0.355	7.10	0.076	1.52
	3 a	5.000	4.213	84.26	0.133	2.66	0.497	9.94	0.157	3.14
大孤山铁矿	1 a	5.000	5.000	100.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
	3 a	5.000	5.000	100.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
海城耐火材料总厂镁矿	1 a	5.000	4.280	85.60	0.125	2.50	0.478	9.56	0.117	2.34
	3 a	5.000	4.132	82.64	0.119	2.38	0.501	10.02	0.248	4.96
阜新海洲露天煤矿	1 a	5.000	1.628	32.56	0.892	17.84	1.303	26.06	1.177	23.54
	2 a	5.000	1.212	24.24	0.863	17.26	1.436	28.72	1.489	29.78
抚顺西露天煤矿	3 a	5.000	0.682	13.64	0.547	10.94	1.898	37.96	1.873	37.46
	1 a	5.000	1.221	24.42	1.032	20.64	1.497	29.94	1.250	25.00
抚顺西露天煤矿	2 a	5.000	0.931	18.62	0.988	19.76	1.422	28.44	1.659	33.18
	3 a	5.000	0.458	9.16	0.782	15.64	1.355	27.10	2.405	48.10

注: *m* 为各粒级样品质量(kg); *p* 为各粒级样品占样品总量的百分比(%)。

3.3 水土流失

矿区是极度退化的生态系统,立地条件恶劣,几乎没有植被和土壤,基质含水量低,持水能力差,而水土流失却异常剧烈,使得原本恶劣的立地条件更加恶化。据辽宁省矿区水土流失调查资料,多数矿区废弃之初土壤侵蚀都在强度级以上,平均侵蚀模数高达 13 161.38 t/(km² · a),遏止矿区水土流失对改善矿区立地条件具有重要意义。

3.4 气候

气候条件决定了矿区破坏前的生态系统类型,只有选择适宜于当地气候条件的物种,水土保持生态建

设才能事半功倍,否则会劳而无功。

4 矿区水土保持生态建设分区

根据各地区的自然地理条件,结合矿区立地条件,将辽宁省矿区分为 3 个一级区、5 个二级区和 7 个三级区。

4.1 水蚀区

辽宁省东西两厢及中部平原均属水力侵蚀类型区,该区总面积为 131 880.3 km²,现有矿点 6 503 个,占矿点总数的 94.5%,破坏面积 86 136.80 hm²,占全省矿区破坏总面积的 96.2%。根据矿区基质理化特性,划分为 2 个二级区。

表4 矿业废弃地与耕地含水量对比

土层深度/ cm	W _{雨前}			W _{雨后}			W		
	石灰石	煤矸石	耕地	石灰石	煤矸石	耕地	石灰石	煤矸石	耕地
0~10	7.35	5.37	12.54	12.07	6.44	18.18	9.71	5.91	15.36
10~20	8.12	6.13	10.91	12.07	7.10	16.72	10.10	6.62	13.82
20~30	8.50	6.44	10.28	12.53	7.55	13.79	10.52	7.00	12.04
30~40	8.82	6.62	10.77	12.33	7.62	13.28	10.58	7.12	12.02

注:表中数据引自辽宁省水土保持研究所完成的“辽宁省采矿业对环境的影响研究”。W_{雨前}为雨前含水量;W_{雨后}为雨后含水量;W为平均含水量。

4.1.1 土状基质水蚀矿区 该类矿区主要包括砖厂、黏土矿等,矿区固体废弃物多为颗粒细小的黏粒、粉沙、细沙等的混合物,极易引发水蚀,但此类固体废弃物保水保肥性能相对较强,经改良培肥后相对较容易恢复植被,重建生态系统。矿区水土保持生态建设的关键是保持水土及基质熟化改良。该区现有矿点1367个,面积21683.82 hm²。本文对该区不进行三级分区。

4.1.2 岩状基质水蚀矿区 岩状基质矿区下垫面由大小不一的岩石块构成,孔隙大,在降雨淋溶作用下易产生潜移侵蚀,漏水漏肥,不适于植物生长。矿区水土保持生态建设成功与否的关键是如何在基质表面创造土壤状物质。岩状基质水蚀矿区现有矿点5136个,破坏面积64452.98 hm²。按基质形成土壤状物质的难易程度,划分为2个三级区。

(1) 易风化岩状基质水蚀矿区。该类矿区围岩和脉石多为泥页岩、泥炭岩、玄武岩、安山岩、花岗岩等易风化岩石,主要矿种有泥炭、油页岩、金刚石、黑云母、石棉、方解石、硼、红柱石及部分煤矿等。该类矿区固体废弃物排放之初颗粒较大,但风化速度较快,很快形成细颗粒物,抗冲性能较差,易引发水蚀。另外,由于矿区固体废弃物排放之初多为自然休止角,而细颗粒物的自然休止角较原粗颗粒物的小,故风化形成的细颗粒物沿弃物堆坡面向下滚动滑落,发生泻溜。该类矿区水土保持生态建设宜采用促进基质风化、加速成土过程的方法创造适于植物生长发育的土壤状物质并做好水土保持工作。该区现有矿点1007个,面积10506.86 hm²。

(2) 难风化岩状基质湿润水蚀矿区。该类矿区围岩和脉石以石英岩、流纹岩、铁钙质砂砾岩、大理岩等难风化岩石为主,包括铁矿、金矿、石场、铅锌矿等。此类矿区固体废弃物组成颗粒较大,多为直径十几厘米以上的小石块,最大可达数米之巨,且风化速度慢,细颗粒物极度匮乏,弃物堆大孔隙多,风化的细颗

粒物质在降雨径流的作用下,沿铅直方向淋溶,沉淀到底部后易随潜流涌出,发生潜移侵蚀。该类矿区水土保持生态建设的关键是在表层人为创造土壤层。该区现有矿点4129个,面积53946.13 hm²。

4.2 水蚀、风蚀交错区

该区包括建平、阜新县及朝阳县的西四家子乡,北票市的蒙古营子以北大片土地,总面积11153.2 km²,年均降水量不足500 mm。该区现有矿点353个,占矿点总数的5.1%,破坏面积3140.08 hm²,占破坏总面积的3.51%。按矿区基质立地条件,将该区划分为2个二级区。

4.2.1 土状基质水蚀风蚀矿区 该类矿区主要包括砖厂、膨润土矿等。矿区固体废弃物多为颗粒细小的黏粒、粉沙、细沙等的混合物,极易引发水蚀、风蚀,但此类固体废弃物保水保肥性能相对较强,经改良培肥后相对较容易恢复植被,重建生态系统。该区现有矿点124个,面积为897.55 hm²。本文对该区不再进行三级分区。

4.2.2 岩状基质水蚀风蚀矿区 与水蚀矿区一样,该区也按矿区基质成土难易程度划分为2个三级区。

(1) 易风化岩状基质水蚀风蚀矿区。该类矿区主要矿种有玄武岩、煤、矾石等。此类矿区固体废弃物排放之初颗粒较大,但风化速度较快,很快形成细颗粒物,易引发水蚀、风蚀。该区现有矿点13个,面积99.27 hm²。

(2) 难风化岩状基质水蚀风蚀矿区。该类矿区主要包括铁矿、金矿、石场等。此类矿区固体废弃物组成颗粒较大,多为直径十几厘米以上的石块,最大可达数米之巨,且风化速度慢,细颗粒物极度匮乏,弃物堆孔隙度大,风化的细颗粒物在降雨径流的作用下,沿铅直方向淋溶,沉淀到底部后易随潜流涌出,发生潜移侵蚀;在风力作用下,表层风化物质产生风蚀。该区现有矿点216个,面积2143.26 hm²。

(下转第99页)

自建国以来依次经历了一个适应性循环、贫穷困境并处在第二个循环的开发阶段,其中驱动适应性循环更替的主要驱动力来自制度变革,特别是土地制度的调整;气候变化事件对系统具有强烈的扰动作用,并可能导致整个系统崩溃释放;技术革新则有助于拓展系统潜力和恢复力边界,大大延长系统从开发到保护所需时间。作为一个典型村落,1986年之前,王东村系统演化规律与黄土高原其它村落基本相似,但自从1986年国家在王东河流域实行农业综合治理以来,在强势农业科技冲击下,王东村社会—生态系统开始沿着自己的模式运行,并且通过农业新技术、防护林建设、粮、果、工副三元结构调整等手段将系统维持在开发阶段。它所展现的出来良性适应性演化轨迹能够为黄土高原其它地区提供参考。

[参 考 文 献]

- [1] Berkes F, Folke C. Linking social and ecological systems: Management practices and social mechanisms for building resilience [M]. U.K: Cambridge University Press, 1998.
- [2] Gunderson L H, Holling C S. Panarchy: Understanding

- Transformations in Human and Natural Systems [M]. Washington, DC: Island Press, 2002.
- [3] Holling C S. Understanding the complexity of economic, ecological and social systems [J]. *Ecosystems*, 2001, 4: 390—405.
- [4] Beisner B E, Haydon D T, Cuddington K. Alternative stable states in ecology [J]. *Front. Ecol. Environ.*, 2003, 1(7): 376—382.
- [5] Walker B, Holling C S, Carpenter S R, et al. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems [J]. *Ecology and Society*, 2004, 9(2): 5—13.
- [6] Allison H E, Hobbs R J. Resilience, adaptive capacity, and the “Lock-in Trap” of the Western Australian agricultural region [J]. *Ecology and Society*, 2004, 9(1): 3—27.
- [7] 宋桂琴, 巨仁, 李领涛, 等. 浅谈长武王东试区“八五”土地利用规划[J]. *水土保持通报*, 1993, 5(13): 9—12.
- [8] 郝明德, 李军超, 党廷辉. 黄土高原沟壑区高产高效农业综合发展研究[J]. *水土保持通报*, 2002, 5(22): 5—8.
- [9] 李志, 刘文兆, 杨勤科, 等. 黄土沟壑区小流域土地利用变化及驱动力分析[J]. *山地学报*, 2006, 24(1): 27—32.
- [10] 郝明德, 李军超, 党廷辉. 长武试验示范区高效农业生态经济系统研究[J]. *水土保持研究*, 2003, 10(1): 1—5.

(上接第93页)

4.3 风蚀区

该区位于辽宁省西北部,包括彰武县北部及康平西北沙丘、沙地。区内年降雨量不足450mm,属半干旱气候区,冬春季风沙大,每年七级以上大风日数25~30d。矿区风蚀剧烈,植被难以生长。该区现有矿点25个,占矿点总数的0.4%,破坏面积276.75hm²,仅占破坏总面积的0.3%,因此该区不进行二、三级分区。

5 结语

辽宁省矿产资源种类多,分布广,自然地理特点、基质立地条件不同的矿区,其生态重建限制性因子不同,生态重建主攻方向 and 治理措施亦不同。科学合理地对全省矿区进行水土保持生态建设分区,是因地制宜地进行矿区生态重建的前提,是建立科学的矿区水土保持生态重建技术体系的关键。

气候条件和矿区立地条件是影响矿区水土保持生态建设分区的主要因子。遵循主导因子与综合因子相结合,科学性与实用性相结合,大区与小区相结合,同类矿区主攻方向和治理措施相一致的原则,根据地域分异原理和类型空间映射原理,结合矿区基质立地条件,将全省矿区划分为3个一级区、5个二级区和7个三级区。

在一级区中,水蚀矿区现有矿点总数占全省现有矿点总数的94.5%,破坏面积占全省矿区破坏总面积的96.2%,是辽宁省近期矿区生态重建的重点。土状基质矿区内下垫面物理性状与土壤相近,但养分、特别是速效养分含量较低,生态重建能否成功的关键是保持水土、熟化土壤和选择耐瘠薄树种。岩状基质矿业废弃地没有土壤状物质,任何高等植物都难以存活,矿区生态重建的关键是在基质表层创造出足够厚的土壤状物质,保持水土并选择速生、耐干旱瘠薄的植物进行生态重建。

[参 考 文 献]

- [1] 卞正富. 矿区土地复垦界面要素的演替规律及其调控研究[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 21—27.
- [2] 吴成基, 甘枝茂, 惠振德, 等. 神府—东胜矿区土壤侵蚀规律及分区治理[J]. *陕西师范大学学报: 自然科学版*, 1996, 24(2): 89—93.
- [3] 李树彬, 贾天会, 郑国相, 等. 辽宁省矿区水土流失现状及治理方略[J]. *水土保持通报*, 2004, 24(4): 76—80.
- [4] 李日运, 吴林峰. 岩石风化程度特征指标的分析研究[J]. *岩石力学与工程学报*, 2004, 23(22): 3830—3833.
- [5] 范军富, 李中伟. 露天煤矿排土场土地复垦及其生态学原理[J]. *辽宁工程技术大学学报*, 2005, 24(3): 313—315.