维普资讯 http://www.cqvip.com

第21卷 第3期
2007年6月

矿产与地质
MINERAL RESOURCES AND GEOLOGY

Vol. 21, No. 3
Jun., 2007

广西朝阳煤矿地质灾害防治工程生态效益增量与可持续发展评估①

李 勇[1,2]，周明芳[1]，李赋屏[3]，李 毅[3]

（1. 桂林工学院，广西 桂林 541004；2. 安徽理工大学土木工程系，安徽 淮南 232001；
3. 桂林矿产地质研究院，广西 桂林 541004）

摘 要：运用Robert Costanza和Ralph d'Arge等人提出的生态效益评估模型和可持续发展评价模型，对朝阳煤矿地质灾害防治工程所产生的社会、经济和环境效益进行预测评估。得出朝阳煤矿地质灾害防治工程所产生的生态经济效益增量为9,774,032.46元，矿区总体环境可在2007年进入基本可持续发展阶段。研究认为，只有恢复朝阳煤矿地区森林生态环境，保护好地区的森林资源，才能实现矿区森林资源的可持续利用，保证经济和环境的可持续发展。

关键词：地质灾害；防治工程；生态效益增量评估；可持续性发展；广西

中图分类号：X4　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－5663(2007)03－0371－04

0 前言

生态环境能够为人类提供多样化的生态服务，这些服务是有价值的，国内外许多学者多年来为此做了大量的工作[1~4]，试图给环境资源确定一个理想的价值。在众多研究环境资源价值的学者中，Robert Costanza和Ralph d'Arge的成果引人注目[1]，首次对整个生物圈的服务价值作了初次评估，其成果具有重要的参考价值。

本次朝阳煤矿地质灾害防治工程环境效益的评估，参考Robert Costanza等人的研究成果，以其结论数据为矿区环境资源确定价值。关于社会、经济和资源相协调的可持续发展的指标体系及其评价方法大多从环境经济、社会统计和城市生态等角度，采用主分量分析法、相关分析法、模糊分析法、层次分析决策法和灰色系统分析法等多种方法，对地区可持续发展进行了综合评价。近期获得了有益的结果[3~6]。

1 朝阳煤矿地质灾害及其防治工程概况

位于广西壮族自治区全州县龙水镇的朝阳煤矿区是当地主要产煤基地，矿区内主要地层有中石炭统及第四系，其中石炭统分布于矿区的绝大部分区域，煤矿层主要赋存于中石炭统大塘阶寺门段(C_1d^s)底部和中部。

朝阳煤矿在上世纪末开采高峰期共有三十处小煤窑，各个窑口附近坡面植被均受到不同程度的破坏，部分窑口挖出的和露采削坡产生的碎石、土方随意堆放，蚕食了大量的林地、草地，原本良好的植被被破坏的面积达$133.4\times10^4m^2$。雨季时，矸石、岩土碎屑被雨水冲进下方的冲沟、田地及河流中，使得矿区内水土流失严重。例如，大石山附近流经矿区的季节性小溪流域河床每年抬高0.12m，目前河床基本被填平，如不加以治理，小溪流域两岸田地将被冲下的砂、石覆盖。矿区附近的农田用于灌溉的水源为受污染的地表水、地下水，灌溉后的农田亦受到污染。另外，矿区内废弃石碴、煤矸石无序堆放，逢雨季时，雨水将其冲刷带入低洼地带，有的形成泥石流，进而冲毁覆盖田地，使田地受到污染。

由于上述不重视生态环境保护的大规模煤矿开采的人为活动，导致了矿区及周边区域生态环境适合度与容纳量功能的严重失调，出现多处生态脆弱区，从

① 收稿日期：2006－10－31　作者简介：李 勇(1978－)，男，安徽淮北人，硕士研究生，现从事防灾减灾工程与防护工程方面的研究工作。

维普资讯 http://www.cqvip.com

而形成了不同程度的地质灾害。故迫切需要进行综合治理及区域生态补偿。

朝阳煤矿地质灾害的防治工作范围为广西全州县朝阳煤矿矿区及其周边，面积共计167.9×10⁴m²。准备开展的地质灾害治理工程有3项，生态恢复与复垦工程有4项(表1)。

表1 朝阳煤矿治理项目工程

Tabel 1 Harnessing projects of Chaoyang coal mine

建设内容	分项工程	单位	工程量
地质灾害治理工程	1 地形测量(1:1000)	km²	2
	2 岩土工程地质勘探	地质灾害点	5个
	3 清理尾矿库及固体污染物	m³	8000
生态恢复与复垦	1 封堵、填埋废弃矿坑	处	20
	2 平整土地	m²	33.35×10⁴
	3 种植马尾松、油茶树	m²	33.35×10⁴
	4 种植板栗经济林	m²	66.70×10⁴

2 朝阳煤矿地质灾害防治工程生态效益增量评估

2.1 评估模型

根据朝阳煤矿区地质灾害防治工作的具体情况，构建朝阳煤矿区地质灾害防治工程生态效益增量评估的模型[2]。

即朝阳煤矿区地质灾害防治工程生态效益增量评估的计算公式：

$$C = \sum_{i=1}^{n} N_i \cdot E_i \qquad (1)$$

式中：C—地质灾害防治工程生态效益增量；

n—地质灾害防治工程项目总数；

i—第 i 个防治工程项目；

N_i—第 i 个防治工程项目的评估面积；

E_i—第 i 个防治工程项目的单价。

2.2 环境资源价值的确定

矿区环境资源价值参考Robert Costanza和Ralph d'Arge等12人研究的结论与数据来确定(表2)[1]。

2.3 评估结果

根据朝阳煤矿区地质灾害防治工程项目总体规划和所收集到数据的实际情况，朝阳煤矿区地质灾害防治工程治理总面积为167.87×10⁴m²，保护的土地面积约为133.40×10⁴m²，新增植被面积约为33.35×10⁴m²，保护森林面积为35.55×10⁴m²，新增经济作物耕种面积为66.70×10⁴m²，保护耕地面积为66.70×10⁴m²。将上述数据代入式(1)进行计算，得出如下结果：环境资源的生态增量价值为9,774,032.46元。

表2 环境资源的生态服务价值

Table 2 Ecologic value of environmental resources

环境	资源价值(元/m²)	备注
森林	14.83	①工程服务年限按20a计算
草地	3.55	②汇率按美元=7.6538人民币计算
耕地	1.41	
湖河	130.08	

3 朝阳煤矿地质环境综合治理规划的可持续发展评估

3.1 可持续发展的评估模型

地区经济发展及环境的变化都有类似的产生、发展和成熟三个阶段过程，它们之间的相互关系可以用生长曲线描述。因此，定义社会、经济与环境协调发展评估模型为[3]：

$$I = \frac{1}{1 + k\mathrm{e}^{-d_s d_e}} \qquad (2)$$

式中 d_s、d_e 和 k 分别为认定的评价标准下的社会、经济发展和生态环境功能损害态势度。d_s、d_e 和 k 的最小取值为0.1，最大取值为1。因此，由式(2)可知，当社会、经济发展态势度小($d_s=d_e=0.1$)，而生态环境功能损害态势度大，即污染严重($k=1$)时，三者协调发展指数 $I_{min}=0.50$；而当社会、经济发展态势度大($d_s=d_e=1$)，生态环境功能损害态势度小，即污染轻($k=0.1$)时，三者协调发展指数 $I_{max}=0.97$；而当 $d_s=d_e=k=0.5$ 时，$I=0.72$。经对 d_s、d_e 和 k 取某些值时的发展指数 I 值分析，可得 I 的取值范围与协调发展评价结果之间的对应关系(表3)[3]。

表3 协调发展指数与协调发展评价结果的对应关系

Table 3 Relation between harmonious development index and the evaluation results of harmonious development

I 值	1.00～0.90	0.90～0.75	0.75～0.60	0.60～0.50
评价结果	高度协调	基本协调	弱协调	不协调

3.2 d_s、d_e、k 的取值

d_s、d_e 的取值是由所取指标的同异反态势排序值和社会、经济与环境体系的联系度共同确定的[3]。k 的取值根据朝阳煤矿实测数据，2006年5月矿区范围

维普资讯 http://www.cqvip.com

内空气抽样检测的$\rho(SO_2)$、$\rho(NO_x)$分别为0.035 mg/m³和0.015 mg/m³，废水处理率为53.0%，固体废物综合利用率为32.4%，森林覆盖率为28.6%。按照综合治理项目的进度，预计在2007～2009年期间矿区的各项生态环境指标如表4所示。

3.3 可持续发展的评估结果

以全州县"十一五"发展规划期间的社会经济发展预测指标值作为依据，所选择的社会、经济和生态环境评估指标的数值及评价标准[3]如表4所示。根据社会、经济与环境体系的联系度和公式(3)计算出的朝阳煤矿各个时期的协调发展指数(I值)如表5、表6、表7所示。

表4 朝阳煤矿生态环境评估价值指标值及评价标准

Table 4 Evaluation index of ecological environment and its standard in Chaoyang coal mine

指标类型	指标名称	评价标准			2006	2007	2008	2009
		A	B	C				
社会发展指标(d_s)	人口自然增长率/‰	12	10	8	8.0	9.12	7.47	8.16
	就业人口比例/%	40	60	90	40.5	50.8	60.1	76.2
	人均储蓄余额/元/人	1500	3000	5000	887	1125	1458	1674
	儿童入学比例/%	98	99.5	100	98.1	98.8	99.5	99.8
经济发展指标(d_e)	人均固定资产投资/元/人	500	700	1000	511.3	634.5	608.6	791.2
	人均社会总产值/元/人	7000	10000	20000	2558	5594	6513	7561
	人均财政收入/元/人	500	700	1000	214.2	420.1	519.4	530.1
	人均社会消费额/元/人	1000	1500	3000	512	850	1013	1031
	第三产业占经济结构比例/%	35	45	60	29.3	35.4	36.5	35.1
生态环境指标(k)	$\rho(SO_2)$/mg/m³	0.02	0.06	0.10	0.035	0.028	0.021	0.019
	$\rho(NO_x)$/mg/m³	0.05	0.10	0.15	0.015	0.013	0.018	0.013
	废水处理率/%	100	70	50	53.0	46.5	42.1	39.2
	固体废物综合利用率/%	100	70	50	32.4	68.5	79.6	80.4
	森林覆盖率/%	50	35	25	28.6	33.7	38.6	40.1

注：A为合格指标；B为中等指标；C为良好指标[7]。

表5 朝阳煤矿不同时期的d_s、d_e、k、I值及评估结果(A级标准)

Table 5 Evaluating results and d_s、d_e、k、I in different periods of Chaoyang coal mine developing history(A)

时期	d_s	d_e	k	I	协调评价结果
2006	0.1	0.2	0.7	0.5631	不协调
2007	1.0	0.1	0.3	0.7865	基本协调
2008	0.8	0.9	0.3	0.8725	基本协调
2009	0.8	1.0	0.3	0.8812	基本协调

表6 朝阳煤矿不同时期的d_s、d_e、k、I值及评估结果(B级标准)

Table 6 Evaluating results and d_s、d_e、k、I indifferent periods of Chaoyang coal mine developing history(B)

时期	d_s	d_e	k	I	协调评价结果
2006	0.1	0.3	0.7	0.5261	不协调
2007	0.8	0.2	0.5	0.6598	基本协调
2008	0.8	0.7	0.5	0.6674	基本协调
2009	0.6	0.8	0.5	0.6987	基本协调

表7 朝阳煤矿不同时期的d_s、d_e、k、I值及评估结果(C级标准)

Table 7 Evaluating results and d_s、d_e、k、I in different periods of Chaoyang coal mine developing history(C)

时期	d_s	d_e	k	I	协调评价结果
2006	0.2	0.1	0.4	0.5907	不协调
2007	0.7	0.2	0.4	0.7710	基本协调
2008	0.5	0.9	0.4	0.7710	基本协调
2009	0.5	1.0	0.4	0.7710	基本协调

这里需要说明的是，当社会经济和环境协调发展认定B级作评价标准时，在治理期间，由于社会、经济发展缓慢，而生态环境污染治理不力，环境功能损害态势度(k值)较大，故协调指数(I值)较小，三者不相协调；但若认定社会经济和环境协调发展指标用C级标准时，则计算出各时期的指数(I值)分别为0.5907、0.7710、0.7710、0.7710。对照表3，2006年仍属不协调发展，后三年仍属基本协调发展。这是因为，

维普资讯 http://www.cqvip.com

尽管以C级标准衡量社会经济和环境发展的态势度d_s、d_e值很小，但因环境功能损害态势度不大，故三者仍属可协调发展，只是基本协调度有所降低。

4 朝阳煤矿地质灾害防治工程的总体评估

由公式(2)计算得出，朝阳煤矿地质灾害防治工程生态效益增量为9,774,032.46元；根据公式(2)计算得出预测评估，朝阳煤矿及周边经过防治工程的治理在2007年11月可进入基本协调发展阶段。由于生态环境指标和社会、经济发展指标共同决定了地区可持续发展的等级水平，故朝阳煤矿地质灾害防治工程通过生态恢复治理是可以产生较为明显的社会、经济和环境效益的。

5 结语

对朝阳煤矿地质灾害防治工程环境效益以及可持续发展水平进行了评估。采用的方法主要是，寻找可以较为明显产生环境效益、经济效益及社会效益并且具有统计数据性质的要素，来作为本研究评估的指标。朝阳煤矿地质灾害防治工程的总体评估还应该考虑到生物多样性等方面的要素。但是由于其数据获取方面的困难，本研究暂不予以考虑。事实上，通过对所选取的这些指标的计算与评估，可以看出，朝阳煤矿地质灾害防治工程的防灾减灾效应是比较明显的。

参考文献：

[1] Costanza, Robert. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature 1997. 387,15 (May):253-260.

[2] Cocklin C R. Methodlogical problems in evaluating sustainability[J]. Environment Conservation, 1989,16(4):27-32.

[3] 李祚泳，丁晶，彭荔红. 环境质量评价原理与方法[M]. 北京：化学工业出版社，2004.

[4] 李祚泳，沈仕伦，邓新民. 社会、经济与环境协调发展指数评价模型[J]. 上海环境科学，2000,19(5):201-204.

[5] 李艳，曾珍香，武优西，等. 经济·环境系统协调发展评价方法研究及应用[J]. 系统工程理论与实践，2003,25(5):54-58.

[6] 李祚泳，程红霞，邓新民，等. 城市可持续发展的指数普适公式及评价模型[J]. 环境科学，2001,22(6):108-111.

[7] 任志远，李晶. 陕南秦巴山区植被生态功能的价值测评[J]. 地理学报，2003,58(4):503-511.

[8] 陆书玉. 环境影响评价[M]. 北京：高等教育出版社，2001. 7.

[9] 吕福清，安泰. 山西省翼城县董家洼矿地表变形特征及综合治理措施 [J]. 矿产与地质，2001,15(3):17-22.

[10] 广西壮族自治区全州县"十一五"规划纲要[R]. 2005.

Ecological benefit increment and sustainable development evaluation of geological disaster prevention project in Chaoyang coal mine of Guangxi

LI Yong[1,2], ZHOU Ming-fang[1], LI Fu-ping[3], LI Yi[3]

(1. *Guilin university of technology, Guilin, Guangxi*, 541004, *China*;

2. *Anhui University of Technology and Engineering, Huainan, Anhui*, 232001, *China*;

3. *Guilin Research Institute of Geology for Mineral Resources, Guilin, Guangxi*, 541004, *China*)

Abstract: Forecasting and evaluation of the social, economic and environment effect produced by the geological disaster prevention project in Chaoyang coal mine were carried on by use of ecological effect evaluation model and sustainable development model proposed by Robert Costanza and Palph d'Arge. It as concluded that the ecological benefit increment produced by geological disaster prevetion project in Chaoyang is RMB9. 774. 032. 46 yuan, and the overall environment of the mine will step into a sustainable development stage in 2007 in general. It is believed that only the forest environment in Chaoyang coal mine area could be recovered and protected effectively, the sustainable utilization of the forest resource of the mine would be realized to ensure the sustainable development of the economy and its environment.

Key Words: geological disaster, prevention project, ecological benefit increment evaluation, sustainable development, Guangxi