

doi: 10.3969/j.issn.1007-855x.2010.01.024

基于模糊评价的资源型企业可持续发展预警系统研究与应用

陈进^{1,2}, 王洪武¹, 吴爱祥¹

(1. 中南大学资源与安全工程学院, 湖南长沙 410083; 2. 云南驰宏锌锗股份有限公司, 云南曲靖 655000)

摘要: 国内外学者对资源可持续发展提出了大量建议与措施, 但对资源型企业可持续发展预警系统的研究成果较少. 为此, 作者以云南驰宏公司资源型企业为例, 通过对 2000~2010 年铅锌资源量、动态开采服务年限、铅锌产量、冶炼产能、废弃物排放量等进行详细调查和预测, 研究了资源型企业可持续发展的 11 个影响因素. 采用模糊数学方法构建了资源型企业可持续发展评价模型, 计算了驰宏公司 2000~2010 年可持续发展度 (SDI), 并建立了企业可持续发展预警系统. 研究结果显示, 2000, 2001, 2006, 2007 年云南驰宏公司铅锌工业可持续发展度比较差, 处于橙色预警区, 通过在资源储量、产量增长率、三废排放量及资源综合回收率等方面进行科学规划, 2008 年后驰宏公司将走出可持续发展橙色预警区, 表明企业制定的近期规划是正确的. 利用该模型可评价资源型企业制定近期规划的合理性, 并指导企业制定生产计划.

关键词: 资源型企业; 可持续发展; 预警系统; 铅锌工业

中图分类号: O159 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2010)01-0119-06

Research on Sustainable Development of Alarm System of Resource - Type Corporation Based on Fuzzy Value and Its Application

CHEN Jin^{1,2}, WANG Hongwu¹, WU Aixiang¹

(1. School of Resources and Safety Engineering, Central South University, Changsha 410083, China;

2. Chihong Zi and Ge Co., Ltd, Qujing 655000, Yunnan, China)

Abstract: Larger numbers of proposes and measures on sustainable development are put forward by scholars both domestic and overseas, but researches about the alarm system of sustainable development of resource - type corporation are less. Taking Chihong Company, a resource - type enterprise as an example, eleven influencing factors including dynamic exploiting years, lead - zinc output, smelt yield and amount of waste from 2000 to 2010 are studied through investigation and prediction. A model of sustainable development in resource - type enterprise is then established by fuzzy mathematical method to analyze the sustainable development indexes (SDI) of Chihong Company from 2000 to 2010 and to set up the alarm system of sustain development. It is shown through the researching results that the SDI of lead and zinc in Chihong Company are very low and in the orange alarm area, in 2000, 2001, 2006 and 2007. After 2008, by reasonable programming in resources, increasing ratio of yield, improvement in amount of the three wastes and recycle ratio of resources, Chihong Company will step out the orange alarm area, and it is proved that the programs in the near future are correct. Using the model, the rationalities of program in resource - type enterprise can be evaluated, and producing plans can be directed.

Key words: resource - type enterprise; sustainable development; alarm system; lead - zinc industry

收稿日期: 2009 - 12 - 21.

第一作者简介: 陈进 (1965 -), 男, 博士, 高级工程师, 主要研究方向: 铅锌矿业可持续发展研究. E-mail: fggshw@yahoo.com.cn

0 前言

资源工业可持续发展问题的讨论始于 20 世纪 70 年代,罗马俱乐部于 1972 年发表了《增长的极限》,报告唤起人类对资源发展问题的极大关注^[1]. 资源工业可持续发展成为众多矿业学者研究的焦点,古德生提出建立矿产勘查风险基金,资源配置市场化与资源管理法制化并举,扩大资源与节约资源并举,提高矿产资源回收率与循环利用并举等观点^[1];汪旭光等人对我国 21 世纪有色金属工业可持续发展战略进行了研究^[2],就有色金属资源勘探、开采、选矿、冶炼、环境保护等方面提出了措施. 虽然不少学者对矿业可持续发展进行过研究,提出了大量建议,但针对资源型企业可持续发展的研究成果较少. 为此,论文以云南驰宏公司为例,分析了资源储量、动态开采服务年限、资源价格、产量增长率、冶炼原料自给率、环境影响、冶炼能力、铅锌资源综合回收率、工业产值等因素对资源型企业可持续发展的影响,建立了资源型企业可持续发展评价指标体系,用模糊理论的海明距离得出企业可持续发展度(SDI,表征企业可持续发展状况),对驰宏公司铅锌工业近期及中期发展计划进行了可持续发展评价,并建立了资源型企业可持续发展预警系统. 研究显示,该系统根据资源型企业的指标数据,计算各阶段可持续发展度,可正确分析资源型企业可持续发展状况,对于指导企业生产计(规)划的制定具有重要的指导意义.

1 可持续发展模糊评价理论与方法

设 X 为 m 个评价指标组成的指标体系^[3]:

$$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_m\}^T \quad (1)$$

式中: x_i 为集合中的指标, $i = 1, 2, 3, \dots, m$.

设 A 为全体评价体系组成的总体集, A_j 为总体集中的子集, $j = 1, 2, \dots, n$

$$A = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_n\} \quad (2)$$

设 u_j 为 A_j 的最终模糊评价值, 则:

$$u_j = \sum_{i=1}^m w_i r_{ij} \quad (3)$$

式中: r_{ij} 为隶属度, w_i 为评价指标体系的权系数.

u_j 即总体评价体系中 A_j 子集的模糊评分值(即可可持续发展的评分值), 为 A_j 子集的海明距离.

隶属度 r_{ij} 和权系数 w_i 可用下面的方法确定.

1) 定量指标隶属度的确定方法^[4]. 定量指标的隶属度可采用隶属函数法确定, 对 n 个研究子集组成的系统, 各个子集有 m 个评价指标, 组成目标特征值矩阵为:

$$A = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

式中: $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$

对于越大越优的指标, 用下式计算隶属度 r_{ij} :

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \quad (5)$$

对于越小越优的指标, 用下式计算隶属度 r_{ij} :

$$r_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} \quad (6)$$

2) 权系数的确定方法. 权系数属于不定量指标, 为了避免人为因素的影响, 采用相对二元比较法确定. 设系统有待进行重要性比较的目标集:

$$W = \{w_1, w_2, \dots, w_m\} \quad (7)$$

w_i 为第 i 个目标权系数, $i = 1, 2, \dots, m$; m 为目标总数.

研究目标集 W 中目标重要性,进行二元对比的定性排序^[4],可得不定量指标权系数 w_i .

2 资源型企业可持续发展评价模型

指标体系的构建是可持续发展评价模型的基础,选择可持续发展评价指标必须具备 3 个功能^[5]:即反映功能、比较功能和预测功能.根据云南驰宏公司状况和主营业务特征,下面以满足各项功能为准则,分析影响驰宏公司资源型企业可持续发展的因素,构建资源型企业可持续发展评价模型.

2.1 资源型企业可持续发展评价指标

云南驰宏公司是集探矿、采矿、选矿、冶炼、化工和科研为一体的国家大型企业,拥有矿山厂、麒麟厂 2 座自备矿山,曲靖和会泽 2 个生产基地,具有年采选矿石 60 万 t 锌产品 16 万 t 铅产品 5 万 t 锗产品 10 t 银 120 t 综合生产能力.根据驰宏公司 2000 ~ 2007 年生产数据,构建资源型企业可持续发展指标.

1) 资源储量. 2000 ~ 2010 年驰宏公司查明铅锌资源储量如表 1 所示,其中 2008 ~ 2010 年资源储量为企业近年制定的目标值.保有资源量多,表明企业可持续发展状况佳,采用定量指标隶属度计算方法见式 (5),得到 2000 ~ 2010 年驰宏公司铅资源储量隶属度 $R_{\text{lead-1}} = [0.34 \ 0.37 \ 1.00 \ 0.85 \ 0.78 \ 0.72 \ 0.88 \ 0.63 \ 0.71 \ 0.75 \ 0.78]$, 锌资源储量隶属度 $R_{\text{zinc-1}} = [0.34 \ 0.37 \ 1.00 \ 0.85 \ 0.78 \ 0.72 \ 0.88 \ 0.63 \ 0.75 \ 0.78 \ 0.83]$.

表 1 2000 ~ 2010 年驰宏公司生产指标

Tab 1 Producing indexes in Chihong Company from 2000 to 2010

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Z1	铅	39.77	44.06	118.02	100.64	91.77	85.11	103.42	73.94	88.42	92.06	98.2
	锌	72.6	80.42	215.44	183.7	167.51	155.36	188.79	134.98	161.4	168.04	179.25
Z2	铅	12.61	12	32.03	26.94	22.98	20.69	6.95	4.76	5.61	5.76	6.08
	锌	8.08	9.08	24.24	20.05	16.65	15.46	7.28	5.62	6.73	7.01	7.44
Z3	铅	20145	23966	24329	24614	22944	23305	80156	93083	95000	97000	99000
	锌	59907	60177	63441	64233	63521	63709	165691	162697	164000	166000	168000
Z4	铅	63.87	65.27	66.02	65.88	57.45	56.65	53.88	59.93	60.32	60.68	61.32
	锌	66.66	67.93	71.39	70.09	63.13	63.38	63.93	67.8	68.35	69.21	69.76
Z5	铅	73	84.7	90.6	76.9	79.4	100	41.9	39	42.1	43.3	45.5
	锌	66	94.1	96.9	74.4	82.2	100	63.4	70.3	73.2	78.3	80.4
Z6	铅	20000	20000	20000	20000	20000	20000	100000	100000	100000	100000	100000
	锌	60000	60000	60000	60000	60000	60000	160000	160000	160000	160000	160000
Z7	铅	14713	20287	22039	18930	18213	32175	33571	36345	40000	42000	45000
	锌	39565	56609	61488	47811	52188	97995	105059	114345	120000	130000	135000
Z8	铅	94.7	104.3	53	51.7	48.2	46.4	58.5	55.5	55	55	55
	锌	94.7	104.3	53	51.7	48.2	46.4	58.5	55.5	55	55	55
Z9	Z91	231.6	107.6	93.1	78.6	74.1	72.3	61.3	56.9	80	80	80
	Z92	95.8	107.6	93.1	78.6	74.1	72.3	61.3	56.8	60	60	60
	Z93	55.2	57.9	93.1	78.5	74.1	72.3	61.2	56.8	60	60	60
	Z94	31.4	33.4	30.4	31.3	30.9	29.5	31.5	29.9	30	30	30
	Z95	22.7	21.2	22.6	20.3	17.3	16.9	26.9	25.6	25	25	25

表中: 2008 ~ 2010 年为预测数据; Z1—保有资源量 (金属量), 万 t; Z2—动态服务年限, 年; Z3—铅锌产量 (金属量), t; Z4—铅锌金属综合回收率, %; Z5—铅锌精矿自给率, %; Z6—冶炼产能 (金属量), t/年; Z7—铅锌精矿产量 (金属量), t; Z8—三废排放量, 万 t; Z9—三废排放; Z91—处理废水量, 万 t; Z92—废水排放量, 万 t; Z93—达标排放废水; Z94—废气排放量, 108m³; Z95—固体废弃物排放量, 万 t

2) 资源动态开采服务年限. 资源型企业的发展依赖于资源, 资源动态服务年限高, 有利于企业可持续发展. 根据驰宏公司铅锌资源储量、铅锌金属产量和铅锌资源综合回收率见表 1, 可计算出铅锌动态开采

服务年限,采用定量指标隶属度计算方法式(5),得到 2000 ~ 2010年驰宏公司铅资源动态开采年限隶属度 $R_{\text{lead-2}} = [0.39 \ 0.37 \ 1.00 \ 0.84 \ 0.72 \ 0.65 \ 0.22 \ 0.15 \ 0.18 \ 0.18 \ 0.19]$; 2000 ~ 2010年驰宏公司锌资源动态开采年限隶属度 $R_{\text{zinc-2}} = [0.33 \ 0.37 \ 1.00 \ 0.83 \ 0.69 \ 0.64 \ 0.30 \ 0.23 \ 0.28 \ 0.29 \ 0.31]$ 。

3) 资源价格. 资源价格高,无疑有利于资源型企业可持续发展. 根据 LME 价格^[6],采用式(5)计算, 2000 ~ 2010年铅价隶属度为 $R_{\text{lead-3}} = [0.37 \ 0.35 \ 0.40 \ 0.70 \ 0.76 \ 1.00 \ 0.86 \ 0.85 \ 0.73 \ 0.69 \ 0.71]$; 锌价隶属度为 $R_{\text{zinc-3}} = [0.27 \ 0.24 \ 0.26 \ 0.35 \ 0.41 \ 1.00 \ 0.79 \ 0.71 \ 0.67 \ 0.68 \ 0.69]$ 。

4) 企业产量增长率与国民 GDP 增长率的适应程度. 将资源型企业产量增长率减去 GDP 增长率并取绝对值,可得一数组. 该数组的数值过高,反映企业生产存在过热或生产增长过缓,不利于企业可持续发展. 根据中国统计网 GDP 数据和表 1 驰宏公司铅锌产量,采用定性分析法式(6),驰宏公司 2000 ~ 2010年铅产量增长隶属度为 $R_{\text{lead-4}} = [0.68 \ 0.41 \ 0.73 \ 0.60 \ 0.29 \ 0.57 \ 0.02 \ 1.00 \ 0.66 \ 0.76 \ 0.64]$; 锌产量增长隶属度为 $R_{\text{zinc-4}} = [0.32 \ 0.37 \ 1.00 \ 0.33 \ 0.24 \ 0.27 \ 0.02 \ 0.20 \ 0.31 \ 0.36 \ 0.31]$ 。

5) 企业产量增长率与世界生产增长率相协调程度. 将企业产量增长率减去世界生产增长率并取绝对值,该数据越小,说明企业产量增长与世界生产增长相一致. 根据世界铅锌生产增长率数据^[7],采用定性分析法式(6),2000 ~ 2010年驰宏公司铅产量增长与世界铅产量增长协调性隶属度为 $R_{\text{lead-5}} = [0.51 \ 0.08 \ 0.45 \ 1.00 \ 0.26 \ 0.51 \ 0.01 \ 0.19 \ 0.81 \ 0.95 \ 0.93]$; 锌产量增长与世界锌产量增长协调性隶属度为 $R_{\text{zinc-5}} = [0.15 \ 0.42 \ 0.75 \ 0.95 \ 0.27 \ 1.00 \ 0.01 \ 0.16 \ 0.36 \ 0.37 \ 0.37]$ 。

6) 企业产量增长率与我国生产增长率相协调程度. 将企业产量增长率减去我国产量增长率并取绝对值,该数据越小,说明企业产量增长与我国产量增长相一致. 根据我国铅锌生产增长率数据^[7],采用定性分析法式(6),得 2000 ~ 2010年驰宏公司铅产量增长与我国铅产量增长协调性隶属度为 $R_{\text{lead-6}} = [0.41 \ 1.00 \ 0.73 \ 0.22 \ 0.20 \ 0.24 \ 0.02 \ 0.30 \ 0.57 \ 0.58 \ 0.57]$; 锌产量增长与我国锌产量增长协调性隶属度为 $R_{\text{zinc-6}} = [0.12 \ 0.48 \ 1.00 \ 0.28 \ 0.10 \ 0.99 \ 0.01 \ 0.09 \ 0.16 \ 0.20 \ 0.14]$ 。

7) 冶炼原料自给率. 以冶炼原料自给率评价资源型企业可持续发展. 根据 2000 ~ 2010年驰宏公司铅锌生产精矿自给率(表 1,其中 2008 ~ 2010年资源储量为公司近年制定的目标值),采用定性分析法式(5),得 2000 ~ 2010年驰宏公司铅原料自给率的隶属度为 $R_{\text{lead-7}} = [0.73 \ 0.85 \ 0.91 \ 0.77 \ 0.79 \ 1.00 \ 0.42 \ 0.39 \ 0.42 \ 0.43 \ 0.46]$; 锌原料自给率的隶属度为 $R_{\text{zinc-7}} = [0.66 \ 0.94 \ 0.97 \ 0.74 \ 0.82 \ 1.00 \ 0.63 \ 0.70 \ 0.73 \ 0.78 \ 0.80]$ 。

8) 企业生产对环境的影响. 用“三废”排放量评价资源型企业可持续发展,三废排放量越多,越不利于企业可持续发展. 驰宏公司 2000 ~ 2010年三废排放量如表 1 所示,为简化计算,将废气排放量按 108m^3 按 1 万 计算. 采用定性分析法式(6)计算,2000 ~ 2010年铅锌生产对环境影响的隶属度为 $R_{\text{zinc-8}} = R_{\text{lead-8}} = [0.49 \ 0.44 \ 0.88 \ 0.90 \ 0.96 \ 1.00 \ 0.79 \ 0.84 \ 0.84 \ 0.84 \ 0.84]$ 。

9) 冶炼能力与矿山产量相适应程度. 以冶炼能力与矿山产量相适应程度(即冶炼生产能力与矿山产量的匹配程度)评价企业可持续发展. 用冶炼能力减去矿山产量并取绝对值,可得一数组,该数组的数值越高,表明冶炼能力与矿山生产之间的矛盾越突出. 采用定性分析法式(6),2000 ~ 2010年驰宏公司铅冶炼能力与矿山产量相适应程度对可持续发展影响的隶属度为 $R_{\text{lead-9}} = [1.00 \ 0.61 \ 0.86 \ 0.73 \ 0.74 \ 0.43 \ 0.08 \ 0.08 \ 0.09 \ 0.09 \ 0.10]$; 锌冶炼能力与矿山产量相适应程度对可持续发展影响的隶属度为 $R_{\text{zinc-9}} = [0.22 \ 0.66 \ 1.00 \ 0.37 \ 0.57 \ 0.12 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.11 \ 0.15 \ 0.18]$ 。

10) 铅锌资源综合回收率. 提高资源回收率有利于资源型企业可持续发展. 根据表 1 数据,采用定性分析法式(5),2000 ~ 2010年驰宏公司铅资源回收率对可持续发展影响的隶属度为 $R_{\text{lead-10}} = [0.97 \ 0.99 \ 1.00 \ 1.00 \ 0.87 \ 0.86 \ 0.82 \ 0.91 \ 0.91 \ 0.92 \ 0.93]$; 锌资源回收率对可持续发展影响的隶属度为 $R_{\text{zinc-10}} = [0.93 \ 0.95 \ 1.00 \ 0.98 \ 0.88 \ 0.89 \ 0.90 \ 0.95 \ 0.96 \ 0.97 \ 0.98]$ 。

11) 工业产值. 工业产值高,有利于资源型企业可持续发展. 根据驰宏公司产量和国内市场铅锌资源价格,采用定性分析法式(5),2000 ~ 2010年驰宏公司铅工业产值对可持续发展影响的隶属度为 $R_{\text{lead-11}} = [0.05 \ 0.06 \ 0.06 \ 0.07 \ 0.11 \ 0.12 \ 0.54 \ 1.00 \ 0.79 \ 0.86 \ 0.93]$; 锌工业产值对可持续发展影响的隶属度为

$$R_{zinc-11} = [0.15 \ 0.12 \ 0.11 \ 0.12 \ 0.15 \ 0.19 \ 1.00 \ 1.00 \ 0.66 \ 0.71 \ 0.86]$$

2.2 企业可持续发展评价权重指标

为了对资源型企业可持续发展作客观评价,对上述影响资源型企业可持续发展的 11 个因素进行排序,用问卷的方式调查了 15 位采矿专业教授和 30 位矿业工程师,让他们对各影响因素的重要性进行排序,将排列序号的平均值作为统计结果,进行二元对比分析法,得出影响资源型企业可持续发展权重指标为:

$$W = [0.26 \ 0.13 \ 0.06 \ 0.05 \ 0.04 \ 0.04 \ 0.10 \ 0.14 \ 0.07 \ 0.06 \ 0.04]$$

3 资源型企业可持续发展预警系统建立

根据资源型企业隶属度矩阵和权重指标,采用式 (3) 计算,可得出各年资源型企业发可持续发展的评价价值,该评价价值称为可持续发展度 (Sustainable Development Indexes, SDI).

根据驰宏公司铅工业指标的隶属度和权重指标,用式 (3) 进行计算,得 2000 ~ 2010 年驰宏公司铅工业可持续发展度 (SDI), $SDI_{lead} = W [R_{lead-1}, R_{lead-2}, R_{lead-3}, R_{lead-4}, R_{lead-5}, R_{lead-6}, R_{lead-7}, R_{lead-8}, R_{lead-9}, R_{lead-10}, R_{lead-11}]^T = [0.50 \ 0.48 \ 0.83 \ 0.77 \ 0.70 \ 0.72 \ 0.54 \ 0.56 \ 0.60 \ 0.62 \ 0.63]$. 同理可得 2000 ~ 2010 年驰宏公司锌工业可持续发展度, $SDI_{zinc} = W [R_{zinc-1}, R_{zinc-2}, R_{zinc-3}, R_{zinc-4}, R_{zinc-5}, R_{zinc-6}, R_{zinc-7}, R_{zinc-8}, R_{zinc-9}, R_{zinc-10}, R_{zinc-11}]^T = [0.39 \ 0.48 \ 0.88 \ 0.71 \ 0.66 \ 0.73 \ 0.59 \ 0.55 \ 0.59 \ 0.61 \ 0.64]$.

用可持续发展度 (SDI) 取值范围在 0 ~ 1 之间,是评价资源型企业可持续发展的重要指标. 将 SDI 分为 5 个等级,每个等级的区间范围为 0.2,界定如下:

- SDI=0 ~ 0.2 可持续发展性很差;
- SDI=0.2 ~ 0.4 可持续发展性较差;
- SDI=0.4 ~ 0.6 可持续发展性中等;
- SDI=0.6 ~ 0.8 可持续发展性较好;
- SDI=0.8 ~ 1.0 可持续发展性很好.

将驰宏公司各年可持续发展度 (SDI) 按上述界定绘于图上见图 1, 2 所示,横坐标轴为时间,纵坐标轴为可持续发展度. 可持续发展很好 (SDI 在 0.8 ~ 1.0 之间) 用绿色信号表示,可持续发展较好 (SDI 在 0.6 ~ 0.8 之间) 用蓝色信号表示,此时企业可持续发展状况良好;如果 SDI 值在 0.4 ~ 0.6 之间,企业可持续发展处于橙色预警信号区,说明企业可持续发展的前景不佳,有必要对企业今后的生产计划制定进行调整;如果 SDI 值在 0.2 ~ 0.4 之间,企业可持续发展处于红色信号区,表明企业可持续发展性较差,企业生产计划制定及生产存在问题,必须进行大的整改;可持续发展很差 (SDI 在 0 ~ 0.2 之间) 用黑色表示,此时企业应当停产整顿. 以此模式建立资源型企业可持续发展预警系统.

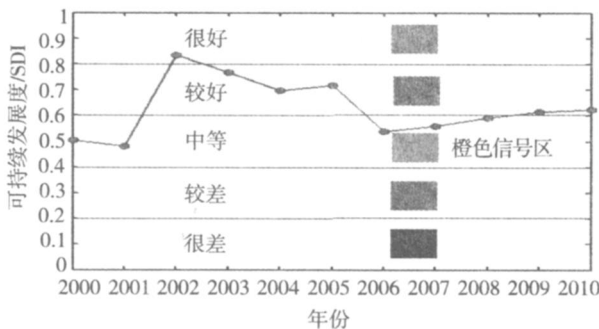


图1 铅工业可持续发展预警系统
Fig. 1 Alarm system of sustaining development of lead industry

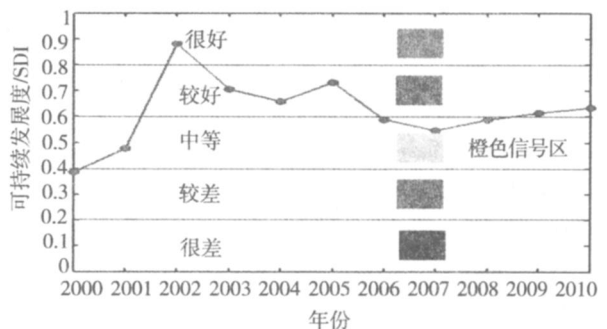


图2 锌工业可持续发展预警系统
Fig. 1 Alarm system of sustaining development of zinc industry

根据图 1, 2000 和 2001 年驰宏公司铅工业可持续发展度 SDI 比较差, 处于橙色预警区域, 但 2002 年 SDI 达到 0.83, 归究于资源储量增加、动态开采服务年限延长、铅原料自给率提高、铅生产三废排放量对环境的影响减小和铅资源综合回收率提高. 但随着资源量减少、铅动态开采服务年限降低、铅产量增长率与

国民 GDP 增长率适应程度减小、铅原料自给率日益紧张、铅冶炼能力与矿山产量相适应程度及铅资源综合回收率等指标的逐年减小,企业可持续发展度 SD 逐渐降低,2006 年达到橙色预警区域。2007 年后,驰宏公司在增加勘探资源量、控制产量增长率、实施减排和控制冶炼能力扩张等方面进行规划,可持续发展度 SD 将逐渐变好,表明驰宏公司制定的近期规划是正确的,2008 年后企业将逐步走出橙色预警区。但资源储量、铅工业原料自给率仍然是制约企业可持续发展的瓶颈。

根据图 2,2000 和 2001 年驰宏公司锌工业可持续发展度 SD 比较差,处于橙色预警区域,但 2002 年 SD 达到 0.88,归究于资源储量和锌动态开采服务年限增加至最大,锌工业原料自给率最高,锌冶炼能力与矿山产量相适应程度较好。但随着企业产能的扩大,锌资源动态开采服务年限和锌工业原料自给率逐年降低,同时锌冶炼能力与矿山产量的矛盾越来越突出,企业可持续发展度 SD 逐渐降低,2006 年和 2007 年处于橙色预警区域,2008 年后驰宏公司在资源储量、产量增长率、三废排放量及资源综合回收率等方面制定规划,对 2008~2010 年驰宏公司规划研究结果显示,2008 年后企业将走出可持续发展橙色预警区,步入良性发展轨道。

4 结 语

1) 研究了影响资源型企业可持续发展的 11 个影响因素,通过专家调查分析,得出了各影响因素重要性和对可持续发展的影响。研究显示,资源储量、企业生产对环境的影响、资源动态服务年限和冶炼原料自给率是影响资源型企业可持续发展的重要因素。

2) 根据云南驰宏公司铅锌资源储量和生产数据,分析了企业可持续发展状况,建立了资源型企业可持续发展预警系统。研究显示,2000,2001,2006 和 2007 年,云南驰宏公司铅锌工业可持续发展度 SD 比较差,处于橙色预警区域,2008 年后,通过在资源储量、产量增长率、三废排放量及资源综合回收率等方面制定规划,企业将走出可持续发展橙色预警区,步入良性发展轨道。

3) 用可持续发展度衡量资源型企业可持续发展程度并将其绘于图上,简单形象,一目了然。利用该模型可评价企业制定近期规划的合理性,指导企业制定生产计划。

参考文献:

- [1] 古德生,李夕兵. 现代矿床开采科学技术 [M]. 北京:冶金工业出版社,2006
GU De-sheng, LI Xi-bing. Modern Mining Science and Technology for Metal Mineral Resources [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2006
- [2] 汪旭光,潘家柱. 21 世纪中国有色金属工业可持续发展战略 [M]. 北京:冶金工业出版社,2001
WANG Xu-guan, PAN Jia-zhu. Sustainable Development Stratagem of Non-Ferrous Metal in China in 21st Century [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2001
- [3] 杨伦标,高英仪. 模糊数学:原理及应用 [M]. 北京:中国环境科学出版社,1994
Yang lun-biao, Gao Yin-yi. The Theory and Application of Fuzzy Mathematics [M]. Beijing: Environment Science Press in China, 1994
- [4] 耿春仁. 模糊集论与管理决策 [M]. 北京:电子工业出版社,1988
Geng Chun-Ren. Fuzzy Theory and Management [M]. Beijing: Electron Industry press, 1988
- [5] 叶政波. 可持续发展预警系统理论及实践 [M]. 北京:经济科学出版社,2002
Ye Zheng-bo. The Theory and Practice of Alarm System in Sustainable Development [M]. Beijing: Economy and Science Press, 2002
- [6] 陈进,吴爱祥,王洪武. 世界铅锌市场的混沌研究 [J]. 昆明理工大学学报:理工版,2007,32(3):19-22
Chen Jin, Wu Ai-xiang, Wang hong-wu. Research on Chaos of International Lead-Zinc Market [J]. Journal of Kunming Science and Technology University, 2007, 32(3): 19-22
- [7] 陈进,吴爱祥,王洪武. 世界与我国铅锌产量和消费量的重构相空间混沌预测,南华大学学报:自然科学版,2007,21(3):23-27
Chen Jin, Wu Ai-xiang, Wang hong-wu. International and Domestic Lead-Zinc Output and Consumption Prediction on Reconstructing Phase Space of Chaos [J]. Journal of Nanhua University, 2007, 21(3): 23-27