

某企业安全投资方向的灰关联分析

崔晶晶 陈玉明 石稳稳 李长玖 夏新

(昆明理工大学国土资源工程学院,昆明 650093)

摘要 简要介绍了安全投资、安全效益及其关系。对某矿山企业的安全投入与事故损失情况进行了分析,并根据灰色系统理论中的灰色关联分析的步骤对该企业的各安全投资项目进行了分析,得出了与事故损失关联度最大的投资项目,确定了最佳投资方向。

关键词 安全投资 安全效益 边际效益 灰关联分析

中图法分类号 F424.7; **文献标志码** A

近年来,我国安全生产形势十分严峻,明显落后于发达国家,随着我国GDP的不断增长,每年因各类事故死亡的人数呈现出上升的趋势。而矿山事故又是工业灾害中是最为严重的。

为了消除工伤事故,保障生命和健康,人们总是期望用最经济的投入获取最安全的生产、生活环境。因此,我们应在现有的科技水平和经济条件下,达到用最经济的投入获取最大可能的安全水平及企业最大利益。

1 安全投资分析

安全投资指投入安全活动的一切人力、物力和财力的总和。在安全活动中,安全专职人员的配备,安全与卫生技术措施的投入,安全设施维护、保养及改造的投入,安全教育及培训的花费,个体劳动保护及保健费用,事故救援及预防等,都是安全投资^[1,2]。本文主要从经济的角度分析安全投资与安全效益之间的相关关系,因此,文中的安全投资指狭义的经济投入,主要涉及五个方向,即安全技术措施投资、工业卫生措施投资、安全教育投资、劳

动保护用品投资和日常安全管理投资。

安全效益是指安全条件的实现,对社会、国家、企业以及个人所产生的效果和利益,是安全收益和安全投入的比较,即“投入-产出”的关系,是产出量大于投入量所带来的效果或利益,它反映安全产出与安全投入的关系,是安全经济决策所依据的重要指标之一^[1]。

一般地,当系统的安全水平很低的时候,安全投资的效益就非常明显;随着系统安全水平的提高,安全投资的边际效益就会递减,当达到一定经济技术水平下所能达到的安全水平极限时,安全投资就没有效益了^[3]。在安全投资能产生效益的前提下,我们要分清哪些是主导因素、哪些是次要因素,为进行系统分析、预测、决策打好基础,这就要用灰色关联度分析来弄清楚系统或因素间的关联关系,达到对系统有比较透彻的认识。

2 灰色关联分析步骤

其具体计算步骤如下^[4]:

(1) 确定参考数列 $x_0 = (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n))$ 和影响系统行为的比较数列 $x_i = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)), i = 1, 2, \dots, m$ 。

(2) 变量的无量纲化。由于系统中各因素列中量纲和量级可能不同,为了使其具有可比性,需对

原始数据列进行无量纲化处理,以便于对不同量纲和量级因素进行比较。无量纲化方法主要有:初值化,均值化,区间值化,归一化,本文采用初值化方法。

$$x'_i(k)=x_i(k)/x_i(1)$$
$$(i=0,1,2,\cdots,n;k=1,2,\cdots,m)$$

(3) 求出差序列。
记为 $\Delta_i(k)=|x'_0(k)-x'_i(k)|$
式(2)中 $\Delta_i(k)=\Delta_i(1),\Delta_i(2),\cdots,\Delta_i(n)(i=1,2,\cdots,n)$ 。

(4) 求两级最大差和两级最小差。
 $\Delta_i(\max)=\max_i\max_k\Delta_i(k);;$
 $\Delta_i(\min)=\min_i\min_k\Delta_i(k)$ 。
(5) 求关联系数。

$$\xi_i(k)=\frac{\Delta_i(\min)+\rho\cdot\Delta(\max)}{\Delta_i(k)+\rho\cdot\Delta(\max)}$$
$$(k=1,2,\cdots,m;i=1,2,\cdots,n)$$

$\rho\in(0,1)$ 取 0.5。
(6) 关联度的计算与分析。

将参评数据序列的关联系数集中为一个值,来作为关联程序的数量表征,对根据公式(4)的计算结果进行分析,以确定参评数据序列与标准数据序列的关联程度。

$$r_i=\frac{1}{N}\sum_{k=1}^N\xi_i(k)$$
$$(k=1,2,\cdots,n)$$

3 实例分析

某矿山企业 1999—2008 年安全投入及事故损失见表 1。

说明:表 1 中安全成本为总投入量与事故损失的和;边际投入为当年总投入量比前一年总投入量增加的值(即总投入量增加为正,减少为负);边际收益为当年事故损失比前一年事故损失减少的值(即事故损失增加为负,减少为正);边际效益为边际收益与边际投入的差值。

由表 1 可以看出,随着安全投入的增加,事故损失总体有减小的趋势。当投入增加到 40 万元以后时,事故损失出现比较明显的下降。在 2008 年虽然

总投入达到了 50 万元,但经济损失出现了较大幅度的回升,说明该年发生了严重的伤害或损失事故。当边际投入为 10.25 万元时,边际收益为 10.98 万元,此时边际效益最接近 0,可以将该点作为企业安全投资规模的基准点。在总投入量一定的前提下,我们应该得出合理的投资方向。

表 1 某矿山企业安全投入与事故损失情况 单位:万元

年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
安全技术	8.12	8.22	10.26	18.70	12.01	13.18	12.66	16.92	18.93	16.82
宣传教育	1.10	1.02	1.26	0.52	0.57	1.02	1.90	1.46	2.25	0.54
辅助设施	6.67	1.46	1.40	1.71	1.58	1.58	5.14	1.31	9.09	2.00
工业卫生	0.15	0.62	0.30	0.78	2.02	1.75	0.52	0.56	1.02	3.87
劳保用品	12.42	16.49	23.14	13.02	18.79	18.99	19.93	17.68	16.89	29.78
总投入量	28.46	27.81	36.36	34.73	34.97	35.52	40.15	37.93	48.18	53.01
事故损失	24.56	25.32	27.72	36.93	29.49	26.73	17.42	21.23	10.25	35.78
安全成本	53.02	53.13	64.08	71.66	64.46	63.25	57.57	59.16	58.43	88.79
边际投入	—	-0.65	8.55	-1.63	0.24	0.55	4.63	-2.22	10.25	4.83
边际收益	—	-0.76	-2.40	-9.21	7.44	2.76	9.31	-3.81	10.98	-25.53
边际效益	—	-0.11	-10.95	-7.58	7.20	2.21	4.68	-1.59	0.73	-30.36

3.1 确定分析数列

将事故损失作为参考数列,将各安全投资项目作为比较数列。

3.2 变量的无量纲化

对表 1 的各因素初值化处理,由式(1)得到无量纲序列见表 2。

3.3 求出差序列

根据表 2 的值,用式(2)求出差 $\Delta_i(k)$,得到的差序列见表 3。

3.4 求两级最大差和两级最小差

由表 3 中已求出的有关数值,可以得出:
 $\Delta_i(\max)=\max_i\max_k\Delta_i(k)=4.49;$
 $\Delta_i(\min)=\min_i\min_k\Delta_i(k)=0。$

3.5 求关联系数

由式(3)求得关联系数见表4。

表 2 各因素数据无量纲序列

年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
事故 损失 x_0	1	1.03	1.13	1.50	1.20	1.09	0.71	0.86	0.42	1.46
安全 技术 x_1	1	1.01	1.26	2.30	1.48	1.62	1.56	2.08	2.33	2.07
宣传 教育 x_2	1	0.93	1.15	0.47	0.52	0.93	1.73	1.33	2.05	0.49
辅助 设施 x_3	1	0.22	0.21	0.26	0.24	0.24	0.77	0.20	1.36	0.30
工业 卫生 x_4	1	0.95	0.46	1.20	3.11	2.70	0.80	0.86	1.57	5.95
劳保 用品 x_5	1	1.33	1.86	1.05	1.51	1.53	1.60	1.42	1.36	2.40

表 3 各因素数据差序列表

年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
安全 技术 Δ_1	0	0.02	1.13	0.80	0.28	0.53	0.85	1.22	1.91	0.61
宣传 教育 Δ_2	0	0.10	0.02	1.03	0.68	0.16	1.02	0.47	1.63	0.97
辅助 设施 Δ_3	0	0.81	0.92	1.24	0.96	0.85	0.06	0.66	0.94	1.16
工业 卫生 Δ_4	0	0.08	0.67	0.30	1.91	1.61	0.09	0	1.15	4.49
劳保 用品 Δ_5	0	0.3	0.73	0.45	0.31	0.44	0.89	0.56	0.94	0.94

表 4 各因素数据关联系数表

年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
安全 技术 ξ_1	1	0.99	0.67	0.74	0.89	0.81	0.73	0.65	0.54	0.79
宣传 教育 ξ_2	1	0.96	0.99	0.69	0.76	0.93	0.69	0.83	0.58	0.70
辅助 设施 ξ_3	1	0.73	0.71	0.64	0.70	0.73	0.97	0.77	0.70	0.66
工业 卫生 ξ_4	1	0.97	0.77	0.88	0.54	0.58	0.96	1	0.66	0.33
劳保 用品 ξ_5	1	0.88	0.75	0.83	0.88	0.84	0.72	0.80	0.70	0.70

3.6 关联度的计算与分析

灰关联度计算公式(4), 其中 $i = 1, 2, 3, 4, 5$; $k = 1, \cdots, 10$, 得: $r_{01} = 0.781, r_{02} = 0.813, r_{03} = 0.761, r_{04} = 0.769, r_{05} = 0.810$, 排序有: $r_{02} > r_{05} > r_{01} > r_{04} > r_{03}$ 。

由此可见,该企业的安全投资项目中,宣传教育投资与事故损失的关联度最高,其余依次为劳动用品投资、安全技术投资、工业卫生投资和辅助设施投资。即就是说,增加宣传教育投资对减少事故损失最为显著。从企业统计资料中也可看出,安全教育投入较少的年份事故损失都处于较高水平,如2002、2003、2008年;安全技术在一定时期内处于相对稳定状态,技改措施投入分配到各期投入中其比例会变小,因此,该企业应将安全教育作为安全投资的优先项目。

4 结语

综上所述,安全投入所产生的安全效益是符合安全经济学规律的。考虑到企业的经济承受能力,我们往往要在一定的经济投入下,产生最大的安全效益,而用灰关联分析就得出了最佳的安全投资方向,从而为企业提供了指导。

参 考 文 献

1 万木生,陈国华,张 晖. 安全经济统计学. 广州:华南理工大学出版社,2008

2 田水承. 现代安全经济理论与实务. 徐州:中国矿业大学出版社,2004

3 隋鹏程,陈宝智. 安全原理与事故预测. 北京:冶金工业出版社,1988

4 易德生,郭 萍. 灰色理论与方法. 北京:石油工业出版社,1992

5 岳 虎,王文甫,陈玉明. 对安全投资与安全效益关系的实例分析. 科技信息,2008;(6):3—4

Gray Relation Analysis on an Enterprises' Direction of Safety Investment

CUI Jing-jing, CHEN Yu-ming, SHI Wen-wen, LI Chang-jiu, XIA Xin

(Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, P. R. China)

[**Abstract**] The basic meanings of the safety investment, safety benefits and their relationship is expounded and analyzed the enterprises' s investment form. With grey connection analysis method in grey theory, analyses the projects of safety input of the enterprise and finds out investment projects related most to accidental loss, then improved the best direction of investment.

[**Key words**] safety invenstment safety benefits marginal benefits grey correlation analysis

(上接第 3840 页)

A New Method for the Design of the Dynamic Analysis System of Oil Filed Based on Technology of Visual C++ and Pro * C/C++

LI Gen¹, FENG Shao-hua², WANG Wei³

(School of Petroleum Engineering of Northeast Petroleum University¹, Daqing 163318, P. R. China;

Liaohe Oilfield Company, PetroChina², Panjin 124010, P. R. China; Sinosoft Company³, Beijing 100191, P. R. China)

[**Abstract**] It provided a new method to solve the problem that the traditional dynamic analysis system' s function is fixed and it can' t provide enough space for the users. To satisfy the demand of the Liaohe Oilfield, adapting the concept of configuration file, multi-thread, user the ColeSafeArray and Viarant datatype. A new method for the design of the management and access to the database and for the gain and display of the data are made of. The space for users is enlarged, solved the limit of the traditional system somewhat.

[**Key words**] dynamic analysis Oracle database Visual C++ Pro * C/C++ multi-thread

(上接第 3849 页)

Synthesis of Methoxyacetyl Chloride by Triphosgene Method

SONG Liang-fu, HU Hua-nan^{*}, GE Chang-hua, FANG Qian-qian,

ZHENG Jun-jun, MENG Zhi-wei, LUO Yi-ting

(Department of Pharmaceutical and Chemical Engineering, Taizhou University, Linhai 317000, P. R. China)

[**Abstract**] The high purity methoxyacetyl chloride was synthesized using methoxyacetyl acid and triphosgene as raw materials. The effect factors include catalyst reagent and its quantity, solvent, reactant ratio are discussed.

[**Key words**] triphosgene methoxyacetyl chloride methoxyacetyl acid