

文章编号:1674-2869(2014)011-0023-09

铜冶炼行业清洁生产评价指标权重分析

王营茹, 陆 阳

武汉工程大学化学与环境工程学院, 湖北 武汉 430074

摘 要:结合某冶炼厂的生产实际,采用层次分析法,运用 Excel 进行权重求解和一次性分析,确定铜冶炼行业清洁生产评价指标体系以及每个评价指标的权重。结果表明,铜精矿耗量指标的权重值高于其他指标的权重值,废水与废气指标的权重值也高于其他同类指标。通过建立清洁生产评价指标体系,对企业进行全过程综合评价,评定企业的清洁生产水平。通过对各项指标的实际达到值、评价基准值和指标的权重值进行计算和评分,综合考评企业实施清洁生产的状况和企业清洁生产程度。

关键词:铜冶炼行业; 清洁生产; 层次分析法; 评价指标; 权重

中图分类号:X38

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2014.011.005

0 引 言

铜冶炼行业是国民经济中的基础性行业,特别是我国正处于工业化阶段,对铜的需求保持高速增长,铜冶炼行业在国民经济中的地位将不断提高。铜冶炼行业历来是重污染行业,冶炼企业一般装备水平较低,生产工艺落后,原料的转化率和产品产出率均较低。直观的表现就是消耗高、损耗大、废弃物多^[1]。清洁生产是以综合预防为目的,是实施可持续发展战略的重要组成部分,是实现经济和环境协调发展的一项重要措施。研究一套系统的、具有科学性、激励性、符合我国先进环境管理水平的简单易行的铜冶炼行业的清洁生产评价指标体系,可指导铜冶炼生产企业推行清洁生产,对推动我国铜冶炼行业清洁生产具有一定的现实意义。在构建指标体系中,清洁生产评价指标的权重值反映了该指标在整个清洁生产评价指标体系中所占的比重,其确定原则是根据该项指标对铜冶炼生产企业清洁生产实际效益与水平影响程度的大小,以及实施的难易程度。确定指标的权重值,可以反映该指标的重要程度,以及该指标对总目标的贡献大小。在实际清洁生产评价应用中,通常根据企业清洁生产特征从指标体系中选取一些最能反映清洁生产属性的指标,以构建清洁生产评价指标体系^[2-3]。

1 分析方法

权重值的确定方法很多,如:专家咨询法、主

成分分析法和层次分析法。本研究采用层次分析法(AHP法)对铜冶炼行业清洁生产各项指标进行权重分析。

1.1 层次分析法概念

美国运筹学家 A. L. Saaty 于 20 世纪 70 年代提出的层次分析法 (Analytic hierarchy process, 简称 AHP 方法),是一种定性与定量相结合的决策分析方法。它是一种将决策者对复杂系统的决策思维过程模型化、数量化的过程。将一个复杂问题转化为有条理的有序层次,一个递阶层次图能够直观地反映系统内部因素之间各子系统的分解情况,然后再逐级地进行综合^[4]。它是将目标问题作为一个系统,建立各问题所包含的因素相互独立又能反映系统整体的层次结构,对各因素的重要性进行两两比较,直到最后形成单一的最高层次因素^[5]。

1.2 层次分析法特点

层次分析法能够将定量分析和定性分析相结合具有系统性和综合性,还充分考虑了指标的相对重要性。该方法简洁实用,所需定量数据少,准确度高,结果容易被决策者了解和掌握。

2 层次分析法步骤

层次分析法适用于确定各个评价指标权重值,具体步骤如下。

2.1 评价指标重要性标度

假设事件 U 有 n 个因素: $u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_n$, 其中 u_i 表示因素 i 的重要性,而 u_i/u_j 则表示因素

收稿日期:2014-08-07

作者简介:王营茹(1972-),女,河北唐县人,硕士,副教授。研究方向:水污染控制技术、资源综合利用。

i 相对于因素 j 重要的倍数. 这个倍数用 a_{ij} 表示, 则可得到如表 1 矩阵 **A**.

表 1 矩阵 **A**
Table 1 array **A**

u	u_1	u_2	\cdots	u_j	\cdots	u_n
u_1	a_{11}	a_{12}	\cdots	a_{1j}	\cdots	a_{1n}
\cdots			\cdots		\cdots	
u_i	a_{i1}	a_{i2}	\cdots	a_{ij}	\cdots	a_{in}
\cdots			\cdots		\cdots	
u_n	a_{n1}	a_{n2}	\cdots	a_{nj}	\cdots	a_{nn}

根据各指标重要标度构建权重判断矩阵. 判断矩阵是表示本层所有因素针对上层某一个因素的相对重要性的比较. 判断矩阵的元素 a_{ij} 用 Saaty 的 1~9 标度方法给出^[6], 见表 2.

表 2 判断矩阵元素 a_{ij} 的标度方法

Table 2 The scaling method of determine the matrix elements a_{ij}

标度	含义
1	表示两个因素相比, 具有同样重要性
3	表示两个因素相比, 一个因素比另一个因素稍微重要
5	表示两个因素相比, 一个因素比另一个因素明显重要
7	表示两个因素相比, 一个因素比另一个因素强烈重要
9	表示两个因素相比, 一个因素比另一个因素极端重要
2, 4, 6, 8	上述两相邻判断的中值
倒数	因素 i 与 j 比较的判断 a_{ij} , 则因素 j 与 i 比较的判断 $a_{ji}=1/a_{ij}$

为表征方便, 将各评价指标以下列代号来表示:

A 为资源与能源消耗指标. A_1 : 铜精矿耗量; A_2 : 石英石耗量; A_3 : 新水耗量; A_4 : 天然气耗量; A_5 : 煤耗量; A_6 : 重油耗量; A_7 : 综合能耗.

B 为污染物产生指标. B_1 : 废水; B_2 : 废气; B_3 : 废渣.

C 为资源综合利用指标. C_1 : 粗铜单位产品综合耗能(拆标煤); C_2 : 粗铜冶炼回收率; C_3 : 单位产品新水耗量.

D 为产品特征指标. D_1 : 阴极铜; D_2 : 硫酸; D_3 : 硫酸镍.

E 为生产技术特征指标. E_1 : 主体冶炼工艺; E_2 : 制酸工艺; E_3 : 生产规模.

F 为环境管理与劳动安全卫生指标. F_1 : 环境法律法规标准; F_2 : 组织机构; F_3 : 环境审核; F_4 : 原料用量及质量; F_5 : 生产设备的使用、维护、检修管理制度; F_6 : 生产工艺用水、电、气管理; F_7 : 环保设

施管理; F_8 : 污染源监测系统; F_9 : 相关方环境管理.

2.2 确定权重步骤

2.2.1 构建判断矩阵 依据层次分析法, 一级评价指标的重要性标度如表 3 所示. 以某冶炼厂 2012 年的实际生产指标计算得出一级评价指标的重要性标度.

表 3 一级评价指标的重要性标度

Table 3 The importance of first stage assessment index

评价指标	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6
E_1	1	2	3	5	6	7
E_2	1/2	1	2	3	5	5
E_3	1/3	1/2	1	2	3	4
E_4	1/5	1/3	1/2	1	2	3
E_5	1/6	1/5	1/3	1/2	1	3
E_6	1/7	1/5	1/4	1/3	1/3	1

相应的判断矩阵 **A** 为:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 5 & 6 & 7 \\ 1/2 & 1 & 2 & 3 & 5 & 5 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1/5 & 1/3 & 1/2 & 1 & 2 & 3 \\ 1/6 & 1/5 & 1/3 & 1/2 & 1 & 3 \\ 1/7 & 1/5 & 1/4 & 1/3 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

2.2.2 计算重要性排序 根据判断矩阵, 求出其最大特征根 λ_{\max} 所对应的特征向量 **W**, 则 $AW = \lambda_{\max}W$. 所求特征向量 **W** 经归一化, 即为各评价因素的重要性排序, 得到的行向量就是权重向量^[7].

2.2.3 判断矩阵一次性的检验 以上得到的权重向量是否合理, 是否满足传递性和一致性, 还需要对判断矩阵进行一致性检验. 检验的几个指标如下:

$$\text{判断矩阵的一致性指标: } CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

$CI=0$, 有完全的一致性

CI 接近于 0, 有满意的一致性

CI 越大, 不一致越严重

CI 为衡量 的大小, 引入随机一致性指标 RI , 如表 4.

表 4 随机一次性指标 RI

Table 4 Random one-time index RI

n	1	2	3	4	5	6
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24
n	7	8	9	10	11	
RI	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	

定义一次性比率: $CR=\frac{CI}{RI}$

一般,当一次性比率 $CR=\frac{CI}{RI}<0.1$ 时,认为 A 的不一致程度在范围之内,有满意的一致性,通过一致性验证.可用其归一化特征向量作为权向量,否则要重新构造成对比较矩阵 A,对 a_{ij} 加以调整.

2.3 层次分析法的 Excel 计算示例

在 Excel 表格 B3:G8 中输入表 2 判断矩阵的数据.

a. 计算判断矩阵每行元素的乘积 M_i .

在单元格 J3 中输入“=B * C * D * E * F * G”,按住填充柄拖动到 J8,完成 M_i 的计算.

b. 计算 M_i 的 n 次方根 \overline{W} ,并求和.

在单元格 K3 中输入“=J3^(1/6)”,按住填充柄拖动到 K8. 在单元格 K10 中,输入“=SUM(K3:K8)”,完成 \overline{W} 的求和.

c. 权重的计算

在单元格 L3 中输入“=K3/\$K\$10”,按住填充柄拖动到 L8,完成各指标权重系数的计算.

d. 判断矩阵最大特征值 λ_{max} 的计算.

选中单元格区域 B10:B15,在编辑栏中输入“=MMULT(B3:G8,L3:L8)”,先按“F2”键,再同时按“Ctrl+Shift+Enter”键. 在单元格 C10 中,输入“=B10/L3/6” 按住填充柄拖动到 C15. 在单元格 E10 中,输入“=SUM(C10:C15)”,完成 λ_{max} 的计算.

e. 一致性检验.

在单元格 E11 中,输入“(E10-6)/(6-1)”,得 $CI=0.0204$. 查表, $n=6$ 时 $RI=1.24$, $CR=CI/RI=0.034/1.24=0.0274<0.10$,表明该判断矩阵具有满意的一致性,通过一致性验证^[8]. (全部计算过程见图 1). 则一级指标权重值如表 5.



图 1 计算过程

Fig. 1 Process of calculation

表 5 一级指标权重值

Table 5 The weight of first assessment index

项目	A	B	C	D	E	F
权重值	0.402 0	0.251 2	0.154 1	0.093 6	0.061 8	0.037 2

2.4 二级指标权重系数的研究

a. A 资源与能源消耗指标. 采用层次分析法对该一级指标下的 7 个二级指标进行分析,重要性标度如表 6 所示.

利用 Excel 计算权重,如图 2 所示.

表 6 二级指标 A 的重要性标度

Table 6 The importance of secondary stage assessment index A

评价指标	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇
A ₁	1	2	3	3	4	4	5
A ₂	1/2	1	2	2	3	3	4
A ₃	1/3	1/2	1	2	3	4	5
A ₄	1/3	1/2	1/2	1	2	3	4
A ₅	1/4	1/3	1/3	1/2	1	2	2
A ₆	1/4	1/3	1/4	1/3	1/2	1	2
A ₇	1/5	1/4	1/5	1/4	1/2	1/2	1



图 2 二级指标 A 的计算过程

Fig. 2 Process of calculation about the secondary assessment index A

$CR=CI/RI=0.044\ 8/1.32=0.033\ 9<0.10$, 表明该判断矩阵具有满意的一致性,通过一致性验证.

计算得到二级指标相对权重系数如表 7 所示.

表 7 二级指标 A 的相对权重系数

Table 7 The relative weight coefficient of secondary assessment index A

指标代号	指标名称	二级权重系数
A ₁	铜精矿耗量	0.320 84
A ₂	石英石耗量	0.209 14
A ₃	新水耗量	0.174 17
A ₄	天然气耗量	0.125 34
A ₅	煤耗量	0.075 12
A ₆	重油耗量	0.055 82
A ₇	综合能耗	0.039 57

b. B 污染物产生指标. 采用层次分析法对该一级指标下的 3 个二级指标进行分析,重要性标度如表 8 所示.

利用 Excel 计算权重,如图 3 所示.

表 8 二级指标 B 的重要性标度

Table 8 The importance of secondary stage assessment index B

评价指标	B ₁	B ₂	B ₃
B ₁	1	1	4
B ₂	1	1	3
B ₃	1/4	1/3	1



图 3 二级指标 B 的计算过程

Fig. 3 Process of calculation about the secondary assessment index B

$CR=CI/RI=0.004\ 6/0.58=0.007\ 9<0.10$,表明该判断矩阵具有满意的一致性,通过一致性验证.

计算得到二级指标相对权重系数如表 9 所示.

表 9 二级指标 B 的相对权重系数

Table 9 The relative weight coefficient of secondary assessment index B

指标代号	指标名称	二级权重系数
B ₁	废水	0.457 93
B ₂	废气	0.416 06
B ₃	废渣	0.126 01

c. C 资源综合利用指标. 采用层次分析法对该一级指标下的 3 个二级指标进行分析,重要性标度如表 10 所示.

利用 Excel 计算权重,如图 4 所示.

表 10 二级指标 C 的重要性标度

Table 10 The importance of secondary stage assessment index C

评价指标	C ₁	C ₂	C ₃
C ₁	1	3	5
C ₂	1/3	1	4
C ₃	1/5	1/4	1



图 4 二级指标 C 的计算过程

Fig. 4 Process of calculation about the secondary assessment index C

$CR=CI/RI=0.042\ 9/0.58=0.073\ 9<0.10$,表明该判断矩阵具有满意的一致性,通过一致性验证.

计算得到二级指标相对权重系数如表 11 所示.

表 11 二级指标 C 的相对权重系数

Table 11 The relative weight coefficient of secondary assessment index C

指标代号	指标名称	二级权重系数
C ₁	粗铜单位产品综合耗能(折标煤)	0.626 70
C ₂	粗铜冶炼回收率	0.279 69
C ₃	单位产品新水耗量	0.093 61

d. D 产品特征指标采用层次分析法对该一级指标下的 3 个二级指标进行分析,重要性标度如表 12 所示.

利用 Excel 计算权重,如图 5.

表 12 二级指标 D 的重要性标度

Table 12 The importance of secondary stage assessment index D

评价指标	D ₁	D ₂	D ₃
D ₁	1	4	5
D ₂	1/4	1	3
D ₃	1/5	1/3	1



图 5 二级指标 D 的计算过程

Fig. 5 Process of calculation about the secondary assessment index D

$CR=CI/RI=0.047/0.58=0.081<0.10$,表明该判断矩阵具有满意的一致性,通过一致性验证.

计算得到二级指标相对权重系数如表 13 所示.

表 13 二级指标 D 的相对权重系数

Table 13 The relative weight coefficient of secondary assessment index D

指标代号	指标名称	二级权重系数
D ₁	阴极铜	0.717 24
D ₂	硫酸	0.194 69
D ₃	硫酸镍	0.088 07

e. E 生产技术特征指标.

采用层次分析法对该一级指标下的 3 个二级指标进行分析,重要性标度如表 14 所示.

表 14 二级指标 E 的重要性标度

Table 14 The importance of secondary stage assessment index E

评价指标	E ₁	E ₂	E ₃
E ₁	1	2	3
E ₂	1/2	1	3
E ₃	1/3	1/3	1

利用 Excel 计算权重,如图 6 所示.



图 6 二级指标 E 的计算过程

Fig. 6 Process of calculation about the secondary assessment index E

$CR=CI/RI=0.026\ 81/0.58=0.046\ 22<0.10$,表明该判断矩阵具有满意的一致性,通过一致性验证。

计算得到二级指标相对权重系数如表 15 所示。

表 15 二级指标 E 的相对权重系数

Table 15 The relative weight coefficient of secondary assessment index E

指标代号	指标名称	二级权重系数
E ₁	主体冶炼工艺	0.527 83
E ₂	制酸工艺	0.332 52
E ₃	生产规模	0.139 65

f. F 环境管理与劳动安全卫生指标

采用层次分析法对该一级指标下的 9 个二级指标进行分析,重要性标度如表 16 所示。

利用 Excel 计算权重,如图 7 所示。

表 16 二级指标 F 的重要性标度

Table 16 The importance of secondary stage assessment index F

评价指标	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉
F ₁	1	1	1	1/3	1/3	1/4	1/2	1/2	3
F ₂	1	1	1	1/3	1/3	1/3	1/4	1/2	3
F ₃	1	1	1	1/3	1/3	1/3	1/2	1/4	4
F ₄	3	3	3	1	2	2	1/2	1/2	4
F ₅	3	3	3	1/2	1	1	1/2	1/2	5
F ₆	4	3	3	1/2	1	1	1/4	1/4	6
F ₇	2	4	2	2	4	4	1	2	5
F ₈	2	2	4	2	4	4	1/2	1	3
F ₉	1/3	1/3	1/4	1/4	1/5	1/6	1/5	1/3	1



图 7 二级指标 F 的计算过程

Fig. 7 Process of calculation about the secondary assessment index F

$CR=CI/RI=0.131\ 71/1.45=0.090\ 83<0.10$,表明该判断矩阵具有满意的一致性,通过一致性验证。

计算得到二级指标相对权重系数如表 17 所示。

2.5 最终确定权重值

整个指标体系由一级指标和二级指标构成,每个一级指标又包含若干二级指标.按照上述方法,已经计算了 6 个一级指标的权重值,并分析了其判断矩阵的一致性水平.用同样的方法可以分别计算每个一级指标其下属的二级指标的权重,并分别分析二级指标判断矩阵的一致性水平。

假设第 i 个一级指标的权重等于 a_i ,该指标下第 j 个二级指标相对于该一级指标下的其他二级指标的权重为 b_j ,那么,该二级指标的总权重则等于 $a_i\times b_j^{[9]}$.如表 18 所示。

表 17 二级指标 F 的相对权重系数

Table 17 The relative weight coefficient of secondary assessment index F

指标代号	指标名称	二级权重系数
F ₁	环境法律法规标准	0.058 23
F ₂	组织机构	0.055 67
F ₃	环境审核	0.057 48
F ₄	原料用量及质量	0.150 63
F ₅	生产设备的使用、维护、检修管理制度	0.122 56
F ₆	生产工艺用水、电、气管理	0.110 70
F ₇	环保设施管理	0.231 27
F ₈	污染源监测系统	0.187 32
F ₉	相关方环境管理	0.026 14

表 18 最终确定得到的权重系数
Table 18 The relative weight coefficient of the final index

一级指标(<i>i</i>)	一级权重值(<i>a_i</i>)	二级指标(<i>j</i>)	二级权重值(<i>b_j</i>)	最终权重值
A 资源与能源消耗指标	40.20	铜精矿耗量	0.320 84	12.897 7
		石英石耗量	0.209 14	8.407 4
		新水耗量	0.174 17	7.001 6
		天然气耗量	0.125 34	5.038 7
		煤耗量	0.075 12	3.019 8
		重油耗量	0.055 82	2.244 0
		综合能耗	0.039 57	1.590 7
B 污染物产生指标	25.12	废水	0.457 93	11.503 2
		废气	0.416 06	10.451 4
		废渣	0.126 01	3.165 4
C 资源综合利用指标	15.41	粗铜单位产品综合耗能(拆标煤)	0.626 70	9.657 4
		粗铜冶炼回收率	0.279 69	4.310 0
		单位产品新水耗量	0.093 61	1.442 5
D 产品特征指标	9.36	阴极铜	0.717 24	6.713 4
		硫酸	0.194 69	1.822 3
		硫酸镍	0.088 07	0.824 3
E 生产技术特征指标	6.18	主体冶炼工艺	0.527 83	3.262 0
		制酸工艺	0.332 52	2.055 0
		生产规模	0.139 65	0.863 0
F 环境管理与劳动安全卫生指标	3.72	环境法律法规标准	0.058 23	0.216 6
		组织机构	0.055 67	0.207 1
		环境审核	0.057 48	0.213 8
		原料用量及质量	0.150 63	0.560 3
		生产设备的使用、维护、检修管理制度	0.122 56	0.455 9
		生产工艺用水、电、气管理	0.110 70	0.411 8
		环保设施管理	0.231 27	0.860 3
		污染源监测系统	0.187 32	0.696 8
		相关方环境管理	0.026 14	0.097 2

为了验证总权重计算结果是否也具有满意的一致性,需要计算总随机一致性指标,该指标的计算公式为:

$$CR=\frac{\sum_{i=1}^n a_i CI_i}{\sum_{i=1}^n a_i RI_i}$$

其中:*a_i*:第*i*个一级指标的权重;
CI_i:第*i*个一级指标的一致性指标值;
RI_i:第*i*个一级指标的平均随机一致性指标值。
由计算结果可知,*CR* 值等于 0.040 37,该值

小于 0.1,因此最终权重计算的结果具有满意的一致性,通过一致性验证.

3 结 语

根据表 18 可以看出铜精矿耗量指标的最终权重值相对于其他各项指标的最终权重值是最高的,符合中央“十一五”规划目标中倡导的“节能降耗”;同时,废水与废气指标的最终权重值也相对较高,说明该厂围绕“减污”的目的,改进工艺,完善管理,为取得更高清洁生产水平奠定了基础.

致 谢

非常感谢张建华工程师提供的数据资料以及在本论文的撰写过程给予的帮助和指导。

参考文献:

- [1] 周振联. 有色铜冶炼行业的清洁生产分析[J]. 有色金属, 2001(1):23-24.
ZHOU Zhen-lian. Analysis of cleaner production of non-ferrous copper smelting industry[J]. Journal of Non Ferrous Metal, 2001(1):23-24. (in Chinese)
- [2] 苑安民, 郭静. 能源数据库与环境负荷的研究[J]. 上海环境科学, 2003(增刊 2):119-123.
YUAN A M, GUO J. Study on energy consumption database and environmental loads[J]. Shanghai Environmental Sciences, 2003 (Suppl. 2): 119-123. (in Chinese)
- [3] 安静, 刘素兰, 薛向欣. 硼铁矿火法分离工艺清洁生产评价[J]. 东北大学学报, 2006, 27(9):95-98.
AN Jing, LIU Su-lan, XUE Xiang-xin. Evaluation for clean production of thermometallurgical separation process of paigeite ore[J]. Journal Northeastern University, 2006, 27(9):95-98. (in Chinese)
- [4] 萨蒂. 层次分析法[M]. 纽约: 麦格罗希爾国际出版公司, 1980:3-10.
SANTY T L. The analytic hierarchy process [M]. New York: McGraw-Hill, 1980:3-10. (in Chinese)
- [5] 常建娥, 蒋太立. 层次分析法确定权重的研究[J]. 武汉理工大学学报, 2007, 29(1):153-156.
CHANG Jian-e, JIANG Tai-li. Hierarchy analysis method to determine the weights of the study[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2007, 29(1):153-156. (in Chinese)
- [6] 崔素萍, 郝庆军. 水泥工业清洁生产评价指标体系权重的研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2007.
CUI Su-ping, HAO Qing-jun. Study on the cement industry of cleaner production evaluation index system weights [D]. Beijing: Beijing University of Technology, 2007. (in Chinese)
- [7] 姜启源. 数学模型[M]. 北京: 高等教育出版社, 1993:50-58.
JIANG Qi-yuan. The mathematical model[M]. Beijing: Higher Education Press, 1993: 50-58. (in Chinese)
- [8] 曹茂林. 层次分析法确定评价指标权重及 Excel 计算[J]. 信息技术, 2012 (2):39-40.
CAO Mao-lin. The AHP to determine the weight of evaluation index and calculation of Excel[J]. Information technology, 2012 (2):39-40. (in Chinese)
- [9] 金志农, 李端妹, 金莹, 等. 地方科研机构绩效考核指标及其权重计算——基于专家分析法和层次分析法的对比研究[J]. 科技管理研究, 2009 (12):103-106.
JIN Zhi-nong, LI Duan-mei, JIN Ying, et al. Calculation of performance appraisal index of local scientific research institutions and their weight: a comparative study of the method and the analytic hierarchy process based on the analysis of the expert[J]. Science and Technology Management Research, 2009 (12):103-106. (in Chinese)

Cleaner production assessment index system of copper smelting industry

WANG Ying-ru, LU Yang

School of Chemistry and Environmental Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China

Abstract: The assessment index system for copper smelting industry cleaner production and the weight of each index were determined using analytic hierarchy process and Excel was utilized to process the outcome of the weight and the one-time analysis, combining with the actual production of a smelter. The results show that the weight of copper concentrate consumption index is higher than those of other indexes, the weights of the waste water and waste gas index are also higher than those of other similar indices. The assessment index system for copper smelting industry cleaner production is achieved and the level of cleaner production is determined according to this assessment index system. The level of copper smelting industry cleaner production can be assessed comprehensively through calculating the real value, basic value and the weight of every assessment index.

Key words: copper smelting industry; analytic hierarchy process; cleaner production; assessment index; weight

本文编辑: 龚晓宁