

管理科学

我国清洁汽油生产基地优选评价模型和发展策略

宋昭峥, 蒋庆哲, 张建广, 柯 明

(中国石油大学(北京)重质油国家重点实验室, 北京 102249)

摘要:在研究清洁汽油发展的各种影响因素的基础上,利用 Delphi 法和专家民主决策支持下的定性指标定量转化的赋权方法把影响因素定量化,建立了中国石油集团清洁汽油生产基地定量分析模型,并选择中国石油集团主要的炼化企业作为预选方案,进行综合评价,由评价结果得出结论:大连西太平洋石化公司、大连石化分公司、锦西石化分公司和兰州石化公司将是中国石油集团未来生产清洁汽油主要目标基地。

关键词:清洁汽油;生产基地;赋权方法;层次分析法;数学模型;综合评价

中图分类号:F407.22

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2005)08-0058-05

Evaluation method of optimal selection and development strategy of clean gasoline processing bases

SONG Zhao-zheng, JIANG Qing-zhe, ZHANG Jian-guang, KE Ming

(State Key Laboratory of Heavy Oil for Processing, University of Petroleum, Beijing 102249, China)

Abstract: Based on those factors considered which influence the development of clean gasoline, a quantitative analytic model was built of CNPC clean gasoline producing bases with Delphi technique and decision making procedure by experts to quantify various kinds of influencing factors, applied to some major refineries which belongs to CNPC as the candidate targets for the further selection scheme. A comprehensive evaluation conclusion shows that the petrochemical companies such as Dalian Western Pacific Petrochemical Co., and Dalian Branch, Jinxi Branch, Lanzhou Branch of CNPC, will be the best bases for producing clean gasoline in future.

Key words: clean gasoline; processing base; power evaluation method; analytic hierarchy process; mathematic model; comprehensive evaluation

炼油企业要想参与国际竞争,必须造就若干技术实力强、工艺先进、区域市场完善的清洁油品生产基地,确保在国内外两个市场上提供清洁燃料。在选择建立清洁汽油生产基地时,影响因素众多,用一般的定性描述难以统一认识和规划,更难用精确的数学模型加以模拟。层次分析法(AHP)是一种定性与定量相结合的决策分析技术,它通过整理和综合专家们的经验判断,将分散的咨询意见模型化、集中化和数量化^[1-4]。虽然层次分析法比较适用于诸如清洁汽油生产基地的选择等多层次复杂系统,但所选择的规划指标数量过多时,采用 AHP 模型确定规划指标权系数,一方面可能会导致不符合递推性公理;另一方面会导致烦琐的判断和复杂的计算。解决上述问题的有效途径就是选择专家易于介入、形式简单、处理方便且相对客观的专家群民主决策支

持下定性指标定量转化的赋权方法^[5-6]。

笔者应用层次分析法和专家民主决策支持下的定性指标定量转化的赋权方法研究和分析了清洁汽油生产基地的优化选择。

1 清洁汽油生产基地评价指标体系的建立

评价指标体系必须具有涵盖面广,综合性强的特点。这里对中国石油集团清洁汽油生产基地的影响因素进行分析,通过层层筛选,高度概括,系统综合,最后形成了由宏观因素指标体系 B_1 , 微观因素指标体系 B_2 以及风险因素指标体系 B_3 共 3 个二级层次及 13 个具体指标 $D_1, D_2, D_3, \dots, D_{13}$ 构成的炼厂清洁汽油生产基地发展规划指标体系,见图 1。

1.1 宏观指标

(1) 经济发展

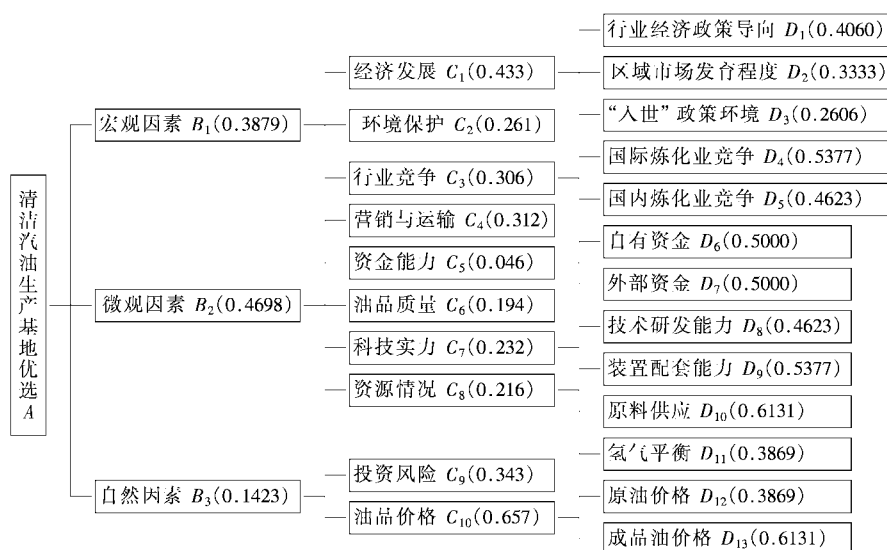


图1 清洁汽油生产基地指标体系层次结构

①行业经济政策导向

通过大重组,中国石油集团变成了产供销、内外贸、上下游一体化的实力显著增强的大企业集团,这与国家在行业经济政策上给予的大力支持分不开。一个行业的发展与宏观的政策导向息息相关,炼油业的发展亦是如此。

②区域市场发展程度

炼化企业的发展与区域市场发展程度密切相关,区域市场特别是区内市场,将直接影响炼油业的经济效益。市场发展程度越高,炼油企业发展的机会和潜力也就越大。中国石油集团炼油企业的市场大多是区外市场,势必会削弱石油产品的竞争力。

③政策环境

单纯的燃料型或燃料-化工型企业,由于产品结构单一,“入世”后的相关政策环境对其影响较大。

(2)外部竞争

①国际炼化业竞争

在我国加入WTO后,跨国公司全球性发展战略必将给我国石化工业带来巨大的压力。在国际市场竞争能力强的企业获得生存的机会就多。炼化行业由于结构性矛盾比较突出,严重影响了其竞争能力。

②国内炼化业竞争

中国石油集团面临的国内竞争压力主要来自于中国石化集团公司,由于中国石化集团主营业务是石油化工,同时兼营上游业务。相比之下,中国石油集团炼化业在炼油能力、装置平均规模、技术经济指标等各方面略显不足,而且炼油产品还要与中国石化争夺国内油品市场。

(3)环境保护

随着国内外油品质量指标的日趋严格,炼油业将面临更大的环保压力。但装置结构、资金实力、地理位置不同,环保的压力也就不一样。

1.2 微观指标

(1)营销与运输条件

中国石油集团大部分炼油企业区内市场容量小,很容易满足需求,而远离企业的南方市场则是成品油的主要消费市场。企业生产的产品能否顺利走向市场、所需原料能否低成本购进,取决于该企业的营销网络的完善程度、交通运输便利与否。

(2)资金能力

①自有资金

自有资金是炼厂发展所需资金的重要来源,包括折旧、利润提成等。企业的赢利能力反映出该企业自有资金的多少。

②外部资金

企业进行资本运营必须借助于资本市场,资本市场的发展又有力推动企业进行资本经营。炼化企业项目投资数额大,单靠企业内部资金,特别是规模小、效益差的企业发展将十分困难。

(3)油品质量

中国石油集团炼油业具有明显的区域性,对于油品质量要求不高的地区,石油产品的档次可以低一些。而对于主要供应大城市和环保要求严格区域内的产品的企业,以及走向国际市场的企业,其产品质量档次要高,生产清洁油品的能力要强。

(4)科技实力

① 技术研发能力

我国加入 WTO 后将加大知识产权保护力度,中国石油石化企业引进技术的难度和代价将加大,立足自身科技创新能力的提高,加大技术创新和新产品开发力度,最终形成自己的专利技术、专有技术和核心技术,是企业冲破技术封锁,取得长久竞争优势的关键。

② 装置配套能力

随着炼油工业的发展,炼油装置结构也在不断变化,炼厂的复杂系数进一步提高,装置配套能力将是影响炼油业经济效益的重要因素。

(5) 资源情况

① 原料供应

针对炼油企业而言,原料主要包括原油和二次加工装置进料。装置规模小、效益差的企业,原料来源将受到制约。而大中型炼化企业,由于规模大、效益好,技术经济指标水平相对较高,并且是中国石油集团优先发展企业,原料来源比较充足,企业发展前景良好。

② 氢气平衡

炼厂氢气来源主要有两种途径,一是重整装置产氢,二是制氢装置制氢。氢气是影响炼油经济效益的重要因素。对于加工进口(高)含硫原油的炼厂,氢气更是发展的关键。

1.3 风险指标

(1) 投资风险

投入企业的资金能否在较短时间内收回,投资回报率是否较高。安全系数高的企业,发展的机会多,市场适应能力强。

(2) 油品价格

所生产的清洁油品价格将是影响炼油效益的关键因素。它取决于油品市场对清洁油品的需求量、国家是否有相关行业优惠政策以及企业为出售清洁油品而进行的市场开发程度。

2 指标体系权系数赋值的 AHP 模型的建立

2.1 判断矩阵的建立

设评价目标为 A , r_{ij} 为第 i 个因素 r_i 对第 j 个因素 r_j 的相对重要性数值,则判断矩阵 R 为:

$$R = \{r_{ij}\}_{n \times n}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

式中, r_{ij} 一般取 1, 3, 5, 7, 9 共 5 个等级标度。1 表示 r_i 与 r_j 同等重要; 3 表示 r_i 较 r_j 稍微重要; 5 表示 r_i 较 r_j 明显重要; 7 表示 r_i 较 r_j 非常重要; 9 表示 r_i 较 r_j 极端重要。2, 4, 6, 8 表示相邻判断的中值, 当 5 个

等级标度不够时可使用这几个数值。 $r_{ij} = 1/r_{ji}$ 表示 r_i 比 r_j 的不重要程度。

采用以上判断准则, 分别聘请若干名专家组成专家组进行咨询, 并将咨询结果进行统计整理后构成 $A-B, B_1-C, B_2-C, B_3-C$ 判断矩阵。

2.2 评价指标权重的确定^[7-8]

按公式 $RW = \lambda_{\max} W$ 计算矩阵 R 的特征根和特征向量, 按公式 $CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$ 检验判断矩阵的一致性, 当判断矩阵的随机一致性比例 $CR = CI/RI < 0.10$ 时, 确认判断矩阵具有令人满意的一致性。 RI 为平均一致性指标, 对于 1~9 阶判断矩阵, RI 值如表 1 所示^[9]。

表 1 1~9 阶判断矩阵的平均一致性指标 RI 值

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.00	0.00	0.58	0.90	1.2	1.24	1.32	1.41	1.45

全部计算过程中最根本的计算任务是求判断矩阵的最大特征根和特征向量(求出 R 的主特征向量即为评价指标对上一级指标的权重), 主要有方根法、和积法、幂法、迭代法等, 这里采用迭代法。

(1) 求一列向量, 其各分量为 R 各行元素之和, 即计算 $Re, e = (1, 1, \dots, 1)^T$;

(2) 把 Re 归一化, 即求一列向量, 与 Re 同向, 但各分向量之和为 1, 即计算:

$$x_1 = \frac{Re}{e^T Re} \quad (2)$$

(3) 对于 $k = 2, 3, \dots$, 按公式

$$x_k = \frac{R x_{k-1}}{e^T R x_{k-1}} \quad (3)$$

计算归一化向量, 直到 $x_{k+1} - x_k$ 的各个分量都小于事先给定的很小的数。这时就把 x_{k+1} 取作主特征向量。

(4) 计算各层元素的组合权重。利用权重合成原理求出最低层对最高层的组合权重。

计算结果如图 1 所示, 随机一致性检验结果如表 2 中所示。

表 2 各矩阵最大特征值及随机一致性检验结果

矩阵	λ_{\max}	CI	RI	CR
$A-B$	3.0092	0.0046	0.58	0.0079
B_1-C	3.0005	0.0003	0.58	0.0005
B_2-C	5.0016	0.0004	12	0.0004
B_3-C	2.0000	0.0000	0	0.0000

由表 2 可以看出, 各矩阵的随机一致性都远小于 0.1, 说明计算结果符合精度要求。依据判断矩

阵 $A-B, B_1-C, B_2-C, B_3-C$ 层次单排序与权系数赋值结果,分别求 C_1, C_2, \dots, C_{10} 相对于总目标 A 的权系数,结果如表 3 所示。总的随机一致性比例 $CR = 0.00039 < 0.1$,表明结果令人满意。

表 3 指标体系中 C 层对 A 层权系数求算过程

A	B_1	B_2	B_3	C 层相对于 A 层的权系数 $W_{总}$
C_1	0.2060	0	0	0.0799
C_2	0.4919	0	0	0.1908
C_3	0.3020	0	0	0.1172
C_4	0	0.0976	0	0.0458
C_5	0	0.2955	0	0.1388
C_6	0	0.2996	0	0.1408
C_7	0	0.2074	0	0.0975
C_8	0	0.0999	0	0.0469
C_9	0	0	0.2857	0.0407
C_{10}	0	0	0.7143	0.1016

注: $CI = 0.00029, RI = 0.7512, CR = 0.00039$ 。

3 具体指标权重和具体指标对总目标权重的确定

3.1 专家民主决策支持下定性指标定量转化的赋权方法^[10]

AHP 技术识别问题的系统性强,可靠性相对较高,但当采用专家咨询方式时,容易产生循环而不满足传递性公理,导致标度把握不准和丢失部分信息等问题出现。因此这里将应用定性指标定量转化的赋权方法来确定 D 级具体指标的权重,然后将 C 级规划指标相对于总目标 A 的权系数按比例分配到 D 级指标中去,从而得到 D 级具体指标相对于 A 层的权系数。

3.2 清洁汽油生产基地 D 级指标权系数的确定

根据赋权原理,以清洁汽油生产基地优选系统经济发展指标(C_1)中的 D_1, D_2, D_3 共 3 个具体指标为例,采用优先数对数法求指标权系数。在专家数量的选择上,为保证赋权的准确性,必须要求 $n \geq m$ 。如经济发展指标中共 3 个具体指标,至少须请 3 位经济专家赋值排序,将得到序次矩阵: $F = \{f_{ij}\}_{3 \times 3}$ 按公式 $h_{ij} = m + q - f_{ij}$ 转换之后形成如下的优先矩阵 H(此处选 $q = 2$):

$$H = \begin{matrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \end{matrix} \begin{bmatrix} 4 & 4 & 3 \\ 3 & 2 & 4 \\ 2 & 3 & 2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

利用优先数对数法得到 3 个具体指标相对于 C_1 的

权系数向量 W 为:

$$W = [W_1, W_2, W_3] = [0.4060, 0.3333, 0.2606] \quad (5)$$

采用同样的方法分别求出第 4 至第 13 个具体指标相对于上层(即 C 层)指标的权系数,计算结果如图 1 所示。

将各层指标相对于目标层的权重相乘积,得到各层指标的组合权重,详见表 4。

表 4 各层指标代号与权重

代号	权重	组合权重	代号	权重	组合权重
B_1	0.3879	—	D_7	0.5000	0.0694
C_1	0.2060	0.0799	C_6	0.2996	0.1408
D_1	0.4060	0.0324	C_7	0.2074	0.0975
D_2	0.3333	0.0266	D_8	0.4623	0.0451
D_3	0.2606	0.0208	D_9	0.5377	0.0525
C_2	0.4919	0.1908	C_8	0.0999	0.0469
C_3	0.3020	0.1172	D_{10}	0.6131	0.0288
D_4	0.5377	0.0630	D_{11}	0.3869	0.0181
D_5	0.4623	0.0542	B_3	0.1423	—
B_2	0.4698	—	C_9	0.2857	0.0407
C_4	0.0976	0.0458	C_{10}	0.7143	0.1016
C_5	0.2955	0.1388	D_{12}	0.3869	0.0393
D_6	0.5000	0.0694	D_{13}	0.6131	0.0623

4 评价指标的数量化

采用九级分制评分标准,将评价指标进行数量化,见表 5。采用 Delphi 法,聘请多个(至少 4 个)“专家”评论得出每个指标的得分。

表 5 九级分制评分标准

等级	评分
I 条件非常好	9
II 条件较好	7
III 存在少量问题	5
IV 问题较多和条件较差	3
V 问题严重和条件非常差	1

5 综合评价

综合评价就是利用评价指标的权重对所评价的各个方案进行总体评价,计算各个方案的总得分。为了方便起见,对于总得分引入隶属度的概念,即将每个方案的总得分都映射到 $[0, 1]$ 区间内,按隶属度排出每个方案优劣顺序,见表 6。总分隶属度的计算方法如下:

设 G 为方案总得分集合:

$$G = \{g_i \mid i = 1, 2, 3, \dots, m\} \quad (6)$$

R 为隶属度:

$$R = \{r_i\}_m \quad (7)$$

g_i 为 i 方案的总得分, r_i 为 i 方案的隶属度。

g_{\max} 和 g_{\min} 分别为 G 集合中的最大值和最小值:

$$g_{\max} = \max\{g_i \mid i = 1, 2, 3, \dots, m\} \quad (8)$$

$$g_{\min} = \min\{g_i \mid i = 1, 2, 3, \dots, m\} \quad (9)$$

则总分隶属度计算式为:

$$r_i = \frac{g_i - g_{\min}}{g_{\max} - g_{\min}} \quad (10)$$

表 6 综合评价表

评价目标	总分	隶属度	排名
中国石油锦西石化分公司	8.2010	1.0000	1
中国石油锦州石化分公司	8.1094	0.9806	2
中国石油大连石化分公司	7.9396	0.9447	3
大连西太平洋石化公司	7.8842	0.9330	4
中国石油兰州石化公司	7.8762	0.9313	5
中国石油抚顺石化公司	7.2868	0.8065	6
中国石油大庆石化公司	6.8246	0.7087	7
中国石油大庆炼化公司	6.3308	0.6042	8
中国石油独山子石化分公司	6.1214	0.5599	9
中国石油克拉玛依石化公司	5.5692	0.4430	10
中国石油吉林石化分公司	5.074	0.3382	11
中国石油辽阳化纤公司	5.0212	0.3271	12
中国石油大港石化公司	5.0188	0.3265	13
中国石油乌鲁木齐石化总厂	5.0166	0.3261	14
中国石油华北石化公司	4.9929	0.3211	15
中国石油长庆炼化总厂	4.9900	0.3205	16
中国石油辽河石化公司	4.9802	0.3184	17
延安炼油厂	4.9721	0.3167	18
中国石油呼和浩特石化分公司	4.9529	0.3126	19
中国石油哈尔滨石化分公司	4.9206	0.3058	20
玉门油田炼化总厂	4.8821	0.2976	21
鞍山石化公司	4.1608	0.1450	22
中国石油前郭石化分公司	3.7792	0.0642	23
中国石油青海格尔木炼油厂	3.4758	0.0000	24

由表 6 可知, 中国石油锦西石化公司、锦州石化分公司、大连西太平洋石化公司、大连石化分公司和兰州石化公司等企业的综合评价分值比较高, 应该

是中国石油集团炼油企业清洁汽油生产基地优先发展的重点企业。

6 结论

(1) 中国石油锦西石化分公司、锦州石化分公司、大连石化分公司、大连西太平洋石化公司和兰州石化公司将是中国石油集团未来发展加氢的首选基地。这些石化企业地理位置优越, 市场、资源区位优势明显, 中长期内应以区内这些石化企业为依托, 逐步建成大连和兰州两个实力雄厚的炼油基地和清洁汽油生产基地, 提高中国石油集团抗风险能力和国际竞争力。

(2) 以抚顺、大庆以及新疆等地区的石化企业为核心, 建立清洁油品加工手段齐全、技术水平高、上规模的石化骨干企业, 提升在国内市场的竞争力。

(3) 本文的评价结果可为中国石油集团清洁汽油生产基地的发展提供决策依据。

参考文献

- [1] Rananathan R. [J]. Journal of Environmental Management, 2001, 63: 27 - 35.
- [2] Hurley W J. [J]. Computer and Operation Research, 2001, 28: 185 - 188.
- [3] Duke J M, Aull-Hyde R. [J]. Ecol Econ, 2002, 42: 131 - 135.
- [4] 李贵奇, 周和敏, 刘艳霞. [J]. 武汉理工大学学报, 2002, 24(3): 81 - 83.
- [5] Elliott A D, Sowerby B, Crittenden B D. [J]. Computers and Chemical Engineering, 1996, 20: 1377 - 138.
- [6] 金菊良, 张礼兵, 张少文, 等. [J]. 系统工程理论方法应用, 2004, 13(2): 187 - 192.
- [7] 张良伦, 祝巨. [J]. 现代化工, 2005, 25(2): 57 - 64.
- [8] 侯定丕. 管理科学定量分析引论 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1993. 327 - 372.
- [9] 赵焕臣, 许树柏, 和金生. 层次分析法——一种简易的新决策方法 [M]. 北京: 科学出版社, 1986. 26 - 28.
- [10] 方创琳. 区域发展规划论 [M]. 北京: 科学出版社, 2000. 82 - 86.



韩国精细化工暨制药原料展览会即将召开

随着首届韩国精细化工展(XpoChem 2004)的成功举办, 2005年韩国精细化工展又将于2005年9月1~2日在韩国首都汉城召开, 同期还举办韩国制药原料展(XpoPharm 2005)——首个以制药原料及中间体为题材的专业商贸展览。此外, 同期举行的专业研讨会将成为展会的另一亮点。

韩国精细化工展(XpoChem 2005)展品包括: 添加剂、胶粘剂原料、农用化工原料及中间体、生物化学品、催化剂、化妆品原料、人工合成、无机化学品、有机化学品、制药原料及中间体、影像化学品、表面活性原料及中间体,

以及实验室用品、出版物等。韩国制药原料展(XpoPharm 2005)展品包括: 活性制药原料、生物碱、氨基酸类化合物、分析服务、抗生素、生物技术、医药原料、胶囊/片剂、手性药物、制药中间体、诊断试剂、激素及合成物等。

韩国精细化工会议与韩国制药原料会议也将同期举行, 来自不同国家的著名专家将做报告。韩国精细化工会议共分为3个部分11个会议。

欢迎浏览展会网站: www.xpochem.com www.xpopharm.com (吴雅娴)