

齐鲁氯碱生产计划线性规划模型分析

郑平友, 仇志勇, 吴玉斌, 田诗君, 边清, 刘震
(中国石化齐鲁分公司氯碱厂, 山东淄博 255400)

摘要: 根据齐鲁氯碱的生产情况及相应数据, 基于投入产出分析, 开发了企业生产计划线性规划模型, 并应用 Excel 软件对齐鲁氯碱生产计划进行了计算机求解。将优化模型输出结果与原经验方法编制的计划进行了对比, 经济效益显著, 可操作性强。

关键词: 排产 线性规划模型 效益 分析

中图分类号: TQ114 文献标识码: B 文章编号: 1009 - 9859(2011) 04 - 0304 - 06

中国石化齐鲁分公司氯碱厂(简称齐鲁氯碱)生产装置包括 200 kt/a 隔膜烧碱、234 kt/a 1# 氯乙烯、230 kt/a 1# 聚氯乙烯、32 kt/a 环氧氯丙烷、50 kt/a 1# 离子膜烧碱、200 kt/a 2# 离子膜烧碱、376 kt/a 2# 氯乙烯和 400 kt/a 2# 聚氯乙烯等。其特点是装置多、产品种类和型号多。因此, 企业中的物质流、能量流和资金流相互影响, 是典型的大系统。对这样一个大系统进行系统分析和整体优化, 收益无疑是巨大的。为此, 按照优化排产、效益最大的原则, 编制了基于投入产出分析的齐鲁氯碱生产计划优化线性规划模型。

1 投入产出分析

1.1 数据收集与处理

模型中的数据是否合理、准确, 将直接影响模型的分析 and 预测能力。因此收集和整理原始数据, 是进行投入产出分析的基础和关键。为确保各类数据的真实、准确, 结合企业生产实际情况编制投入产出表, 并分别采用平均值法和加权分摊法进行科学合理的分摊和处理。

1.2 生产过程物料流程分析

根据齐鲁氯碱的实际生产情况, 自编的齐鲁氯碱装置实际物料平衡流程见图 1。

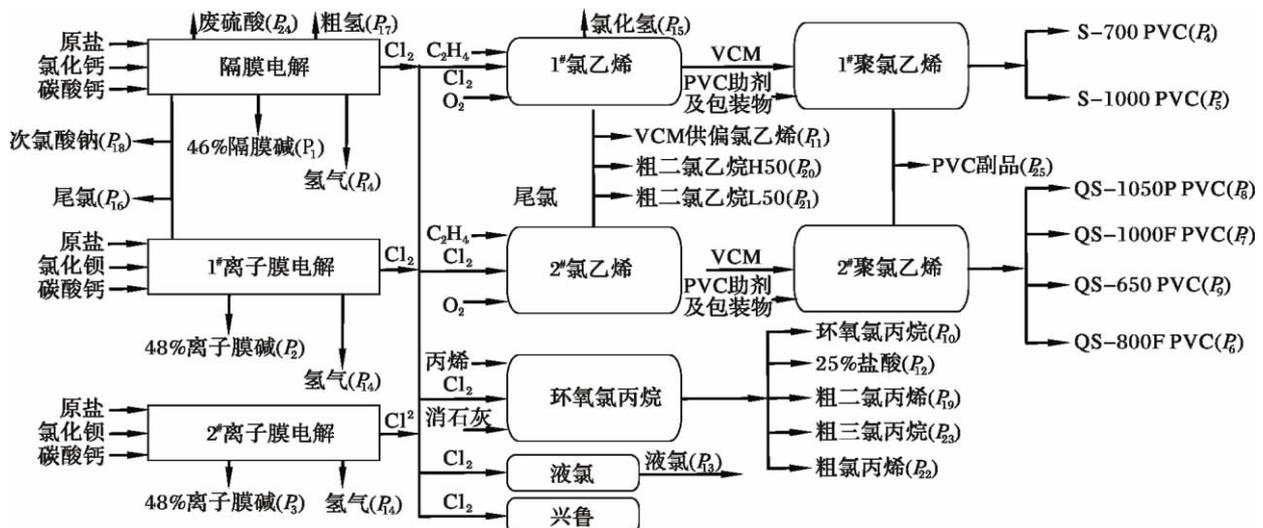


图 1 齐鲁氯碱物料平衡流程示意

收稿日期: 2011 - 09 - 26; 修回日期: 2011 - 10 - 25。

作者简介: 郑平友(1968—) 山东莱芜人, 博士, 教授级高级工程师。现任中国石化齐鲁分公司氯碱厂厂长。电话: 0533 - 7580402。

1.3 齐鲁氯碱投入产出分析

编制简化形式的齐鲁氯碱投入产出表见表 1。总投入包括投入的各原材料成本、辅助材料成本和能耗成本;总产出包括 25 个主副产品,其产量以 P_{1-25} 来表示(其名称见图 1),销售的单价以 D_{1-25} 表示。主产品产量以 P_{1-11} 表示,副产品产量以 P_{12-25} 表示,则 $P_{1-25} = P_{1-11} + P_{12-25}$ 。主产品的销售单价以 D_{1-11} 表示,副产品的销售单价以

D_{12-25} 表示,则 $D_{1-25} = D_{1-11} + D_{12-25}$ 。齐鲁氯碱的总销售利润计算公式见式(1)。

$$\begin{aligned} \text{齐鲁氯碱的总销售利润} = & \text{总产出} - \text{总投入} = \\ & \text{所有主副产品产量} \times \text{销售单价} - \text{主产品产量} \times \\ & (\text{单位原材料成本} + \text{单位辅助材料成本} + \\ & \text{单位能耗成本} - \text{副产品单位扣除成本}) - \\ & \text{副产品产量} \times \text{副产品单位成本} - \\ & \Sigma \text{固定成本。} \end{aligned} \quad (1)$$

表 1 简化形式的齐鲁氯碱投入产出情况

名称	总投入/(元·t ⁻¹)		
	单位原材料成本 A	单位辅助材料成本 B	单位能耗成本 C
隔膜碱	a_1	b_1	c_1
1# 离子膜碱	a_2	b_2	c_2
2# 离子膜碱	a_3	b_3	c_3
S-700 PVC	a_4	b_4	c_4
S-1000 PVC	a_5	b_5	c_5
QS-800F PVC	a_6	b_6	c_6
QS-1000F PVC	a_7	b_7	c_7
QS-1050P PVC	a_8	b_8	c_8
QS-650 PVC	a_9	b_9	c_9
环氧氯丙烷	a_{10}	b_{10}	c_{10}
氯乙烯	a_{11}	b_{11}	c_{11}

总产出					
主产品			副产品		
名称	P_{1-11}/t	$D_{1-11}/\text{元} \cdot t^{-1}$	名称	P_{12-25}/t	$D_{12-25}/(\text{元} \cdot t^{-1})$
46% 隔膜碱	P_1	d_1	25% 盐酸	P_{12}	d_{12}
48% 离子膜碱(1#)	P_2	d_2	液氯	P_{13}	d_{13}
48% 离子膜碱(2#)	P_3	d_3	氢气	P_{14}	d_{14}
S-700 PVC	P_4	d_4	氯化氢	P_{15}	d_{15}
S-1000 PVC	P_5	d_5	尾氯	P_{16}	d_{16}
QS-800F PVC	P_6	d_6	粗氢	P_{17}	d_{17}
QS-1000F PVC	P_7	d_7	次氯酸钠	P_{18}	d_{18}
QS-1050P PVC	P_8	d_8	粗二氯丙稀	P_{19}	d_{19}
QS-650 PVC	P_9	d_9	粗二氯乙烷 H50	P_{20}	d_{20}
环氧氯丙烷	P_{10}	d_{10}	粗二氯乙烷 L50	P_{21}	d_{21}
VCM 供偏氯乙烯	P_{11}	d_{11}	粗氯丙烯	P_{22}	d_{22}
			粗三氯丙烷	P_{23}	d_{23}
			废硫酸	P_{24}	d_{24}
			PVC 副品	P_{25}	d_{25}

主副产品的销售收入、原材料成本、辅助材料成本、能耗成本、单位副产品成本是与产品产量成正比的 可变费用,其余均可近似看作固定成

本^[1],固定成本记作 G 。而单位副产品成本以 E 表示,为与副产品产量相对应,以 $e_1, e_2 \dots e_{25}$ 表示。依据式(1) 根据表 1 内容,计算如下:

$$\text{主副产品销售收入} = d_1 P_1 + d_2 P_2 + \dots + d_{25} P_{25} = (d_1 \ d_2 \ \dots \ d_{25}) \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_{25} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\text{主产品成本} = (a_1 + b_1 + c_1 - e_1)P_1 + (a_2 + b_2 + c_2 - e_2)P_2 + \dots + (a_{11} + b_{11} + c_{11} - e_{11})P_{11} =$$

$$(a_1 + b_1 + c_1 - e_1 \quad a_2 + b_2 + c_2 - e_2 \quad \dots \quad a_{11} + b_{11} + c_{11} - e_{11}) \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_{11} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\text{副产品成本} = e_{12}P_{12} + e_{13}P_{13} \dots e_{25}P_{25} = (e_{12} \quad e_{13} \quad \dots \quad e_{25}) \begin{bmatrix} P_{12} \\ P_{13} \\ \vdots \\ P_{25} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\text{则齐鲁氯碱的总销售利润} = DP_{1-25} - (A + B + C - E_{1-11})P_{1-11} - E_{12-25}P_{12-25} - G \quad (5)$$

2 齐鲁氯碱优化线性规划模型

2.1 决策变量

将齐鲁氯碱的 25 种产品作为决策变量,其中主产品 11 种,副产品 14 种,它们在线性规划模型中分别以 P_1 至 P_{25} 表示。

$$OBJ_{\max} = 532.06P_1 + 859.89P_2 + 921.93P_3 + 633.37P_4 + 493.20P_5 + 529.08P_6 + 536.83P_7 +$$

$$457.22P_8 - 105.32P_9 + 1173.03P_{10} + 950.61P_{11} - 57.26P_{12} + 188.19P_{13} +$$

$$1335.77P_{14} + 4600.85P_{15} + 628.21P_{16} + 11000P_{17} + 7.26P_{18} + 708.55P_{19} -$$

$$141.88P_{20} + 683.76P_{21} - 32.48P_{22} + 951.28P_{23} - 30.17P_{24} +$$

$$412.06P_{25} - 15613858.07 \quad (6)$$

2.3 约束条件

优化模型中的约束条件,反映了企业进行生产经营活动所受到的内外资源和其他方面的限制。结合齐鲁氯碱的实际生产情况,生产计划优化模型共考虑了氯平衡、装置生产能力和产品销售计划约束、外部资源约束和联产品间工艺比例要求等 4 个方面的约束^[2]。

$$0.927P_1 + 0.887(P_2 + P_3) - 0.609(P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9) -$$

$$1.95P_{10} - 0.616 \times P_{11} - P_{13} - 0.973P_{15} - 0.95P_{16} = 0 \quad (7)$$

(2) 约束条件②——装置生产能力和产品销售计划约束

根据当前齐鲁氯碱生产装置的实际生产情况,核定各产品的月度最大产量和最低产量。由于隔膜电解装置和 2 套离子膜电解装置运行负荷很低时,电槽运行不经济、损耗高,因此有必要设定电解槽的月度最低运行负荷;考虑到聚氯乙烯产品销售计划的连续性,有必要考虑月度最低生产量;环氧氯丙烷最低负荷就是半负荷生产。根据 2010 年统计数据可知, P_{11} 、 P_{13} 、 P_{15} 、 P_{18} 、 P_{20} 、 P_{21} 、 P_{24} 、 P_{25} 在各月份间产量相差不大,为便于计算取其固定值。按每月 30 d 的装置产量核算,齐

2.2 目标函数的确定

本优化模型以销售利润最大化为目标函数,结合齐鲁氯碱的实际生产情况,以 2011 年 4 月份财务数据为例代入式(5),经合并计算,则产品总销售利润最大化 OBJ_{\max} 结果见式(6)。

(1) 约束条件①——氯平衡

生产 1 t 隔膜烧碱同时产 0.927 t 氯气,生产 1 t 离子膜烧碱同时产 0.887 t 氯气,生产 1 t 聚氯乙烯耗氯气 0.609 t,生产 1 t 环氧氯丙烷耗氯气 1.95 t,并考虑外供兴鲁氯气、瓶装液氯用氯气、外供兴鲁公司氯乙烯单体消耗氯气和外供氯化氢气体系耗氯量,由氯气平衡约束条件①可得式(7)。

鲁氯碱装置的约束条件②的汇总情况见表 2。

(3) 约束条件③——外部资源约束

中国石化齐鲁分公司月度计划主要考虑乙烯平衡,按照当前齐鲁氯碱氯乙烯实际生产最大负荷,乙烯最大用量为 35.6 t/h,根据氯乙烯装置的氯气负荷和氯化氢负荷核算得式(8)。

$$P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 \leq 52028 \quad (8)$$

乙烯按照最小量假设为 30 t/h,则根据氯乙烯装置的氯气负荷和氯化氢负荷得式(9)。

$$P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 \geq 43428 \quad (9)$$

(4) 约束条件④——联产品间工艺比例要求
按照吨碱产氢气 0.025 t 计算,则满足氢气平

衡,见式(10)。

$$0.025(P_1 + P_2 + P_3) - P_{14} - P_{17} = 0 \quad (10)$$

表2 齐鲁氯碱主副产品生产能力和销售计划约束

变量	产品名称	最大产量/t	最小产量/t
P_1	46% 隔膜碱	18 150	13 843
P_2	48% 离子膜碱(1#)	4 000	2 975
P_3	48% 离子膜碱(2#)	18 496	1 481
P_4	S-700 PVC	9 450	7 000
P_5	S-1000 PVC	10 350	7 000
P_6	QS-800F PVC	14 400	3 000
P_7	QS-1000F PVC	15 300	3 000
P_8	QS-1050P PVC	16 350	8 000
P_9	QS-650 PVC	13 950	3 000
P_{10}	环氧氯丙烷	3 300	1 650
P_{11}	VCM 供偏氯乙烯	800	800
P_{12}	25% 盐酸	5 313	2 657
P_{13}	液氯	35	35
P_{14}	氢气	1 039	745
P_{15}	氯化氢	60	60
P_{16}	尾氯	1 700	1 100
P_{17}	粗氢	23	23
P_{18}	次氯酸钠	1 100	1 100
P_{19}	粗二氯丙烯	627	314
P_{20}	粗二氯乙烷 H50	1 051	1 051
P_{21}	粗二氯乙烷 L50	305	305
P_{22}	粗氯丙烯	106	53
P_{23}	粗三氯丙烷	327	163
P_{24}	废硫酸	700	700
P_{25}	PVC 副产品	150	150

25% 盐酸、粗二氯丙烯、粗氯丙烯和粗三氯丙烷4种联产品,与环氧氯丙烷的产量间关系满足式(11)至式(14)。

$$1.61P_{10} - P_{12} = 0 \quad (11)$$

$$0.19P_{10} - P_{19} = 0 \quad (12)$$

$$0.032P_{10} - P_{22} = 0 \quad (13)$$

$$0.099P_{10} - P_{23} = 0 \quad (14)$$

2# 聚氯乙烯用2条生产线组织生产,其中一条线生产 QS-1050P PVC 和 QS-1000F PVC,另一条线生产 QS-650 PVC 和 QS-800F PVC,牌号切换考虑影响半天产量,得式(15) (16)。

$$P_8 \div 545 + P_7 \div 510 \leq 29.5 \quad (15)$$

$$P_9 \div 465 + P_6 \div 480 \leq 29.5 \quad (16)$$

3 齐鲁氯碱生产优化线性规划模型的计算机求解

对于线性规划模型可采用特定的计算机软件如 Matlab 和 Winqsb 来求解,也可应用 Microsoft Of-

fice Excel 软件的规划求解功能对线性规划模型进行求解^[3]。齐鲁氯碱的优化模型采用 Excel 软件求解:依次在 Excel 软件中单击工具→加载宏→勾选“规划求解”选项,然后按照规划求解的使用要求进行计算:第1步建立数据表编辑公式;第2步输入规划求解参数;第3步求解。求解结果直接填充在定义好的单元格,以2011年4月份财务数据为基础,优化模型输出最优解见表3。

表3 优化模型输出最优解结果

变量	产品名称	优化模型输出解
P_1	46% 隔膜碱	18 150
P_2	48% 离子膜碱(1#)	4 000
P_3	48% 离子膜碱(2#)	18 496
P_4	S-700 PVC	9 450
P_5	S-1000 PVC	10 350
P_6	QS-800F PVC	11 081
P_7	QS-1000F PVC	7 581
P_8	QS-1050P PVC	8 000
P_9	QS-650 PVC	3 000
P_{10}	环氧氯丙烷	2 576
P_{11}	VCM 供偏氯乙烯	800
P_{12}	25% 盐酸	4 148
P_{13}	液氯	35
P_{14}	氢气	993
P_{15}	氯化氢气体	60
P_{16}	尾氯	1 100
P_{17}	粗氢	23
P_{18}	次氯酸钠	1 100
P_{19}	粗二氯丙烯	489
P_{20}	粗二氯乙烷 H50	1 051
P_{21}	粗二氯乙烷 L50	305
P_{22}	粗氯丙烯	82
P_{23}	粗三氯丙烷	255
P_{24}	废硫酸	700
P_{25}	PVC 副产品	150
P_{1-25}	销售利润总额	45 693 352 元

4 生产优化模型的应用

以往进行月度生产计划排产,主要依靠计划人员的经验,即采用经验方法编制计划,没有充分考虑销售利润的最大化。齐鲁氯碱生产优化模型建立以后,为证明优化模型的有效性,选择2个不同月份,对比不同价格体系下生产优化模型输出解与原经验方法计划产量的销售利润总额情况。

4.1 市场价格变化较大时优化模型验证

2010年6月份,齐鲁氯碱主要产品中隔膜烧碱和离子膜烧碱亏损、环氧氯丙烷和聚氯乙烯盈

利。在这样的市场条件下,合理配置资源,确定各个产品产量,实现利润最大化,可验证优化模型的有效性。根据当月财务数据代入式(5),2010年6月份产品销售利润最大化 $OBJ_{\max-06}$ 结果见式

$$OBJ_{\max-06} = -207.52P_1 - 121.03P_2 - 12.12P_3 + 774.65P_4 + 724.51P_5 + 785.85P_6 + 785.28P_7 + 738.84P_8 + 876.35P_{10} + 1071.20P_{11} + 28.21P_{12} - 48.54P_{13} + 3730.55P_{14} + 4173.50P_{15} + 367.52P_{16} + 7769.23P_{17} + 47.24P_{18} + 665.8P_{19} - 201.71P_{20} + 538.46P_{21} - 716.24P_{22} + 694.87P_{23} - 47.26P_{24} + 2854.70P_{25} - 17093473.48 \quad (17)$$

(17)。

约束条件中,由于QS-650 PVC未生产,故 $P_9=0$ 外,其余约束条件不变。优化模型输出解与按原计划执行实际月度产量对比见表4。

表4 2010年6月份优化模型输出解与实际生产情况对比

变量	产品名称	优化模型输出解	2010-06实际产量
P_1	46% 隔膜碱	18 150	18 984
P_2	48% 离子膜碱(1#)	4 000	3 788
P_3	48% 离子膜碱(2#)	18 496	19 243
P_4	S-700 PVC	9 450	9 617
P_5	S-1000 PVC	10 350	10 014
P_6	QS-800F PVC	14 182	5 017
P_7	QS-1000F PVC	7 581	10 348
P_8	QS-1050P PVC	8 000	14 538
P_9	QS-650 PVC	0	0
P_{10}	环氧氯丙烷	2 545	1 782
P_{11}	VCM 供偏氯乙烯	800	1 149
P_{12}	25% 盐酸	4 097	1 323
P_{13}	液氯	35	40
P_{14}	氢气	993	978
P_{15}	氯化氢气体	60	45
P_{16}	尾氯	1 100	1 115
P_{17}	粗氢	23	20
P_{18}	次氯酸钠	1 100	1 746
P_{19}	粗二氯丙稀	483	316
P_{20}	粗二氯乙烷 H50	1 051	1 133
P_{21}	粗二氯乙烷 L50	305	397
P_{22}	粗氯丙烯	81	41
P_{23}	粗三氯丙烷	251	161
P_{24}	废硫酸	700	697
P_{25}	PVC 副品	150	102
P_{1-25}	销售利润总额	24 795 428 元	23 641 543 元

由表4知,对比优化模型输出解和按原计划实际产量,在烧碱亏损、环氧氯丙烷和聚氯乙烯盈利的市场情况下,隔膜烧碱、离子膜烧碱应减少产量,增产环氧氯丙烷;同时在PVC各牌号上,优化模型输出解与实际产量偏差较大,说明原计划在氯气资源配置和各产品产量分配上不尽合理,需利用优化模型进行优化。采用优化模型输出解进行生产,销售利润总额较原计划多115.4万元。

4.2 一般市场条件下的优化模型验证

2011年4月份,齐鲁氯碱主要产品中,烧碱、

环氧氯丙烷和聚氯乙烯均盈利,但盈利水平不同,属齐鲁氯碱产品的一般市场条件。以该月数据将优化模型求得最优解与执行原计划后的实际月度产量进行对比,对比结果见表5。

由表5知,对比优化模型最优解与原经验计划的实际产量,在一般市场条件下,隔膜烧碱、2#离子膜烧碱和环氧氯丙烷应增大产量;同时聚氯乙烯各牌号优化模型输出解与原经验计划相差较多。说明原计划在月度排产确定各产品产量时,需要利用优化模型进行优化。采用优化模型

比原计划销售利润总额要高 200.9 万元,经济效益良好。

表5 2011年4月份优化模型输出解与实际生产情况对比

变量	产品名称	优化模型输出解	2011-04 实际产量
P_1	46% 隔膜碱	18 150	17 629
P_2	48% 离子膜碱(1#)	4 000	4 040
P_3	48% 离子膜碱(2#)	18 496	17 130
P_4	S-700 PVC	9 450	9 653
P_5	S-1000 PVC	10 350	11 052
P_6	QS-800F PVC	11 081	4 110
P_7	QS-1000F PVC	7 581	7 801
P_8	QS-1050P PVC	8 000	15 201
P_9	QS-650 PVC	3 000	2 701
P_{10}	环氧氯丙烷	2 576	1 759
P_{11}	VCM供偏氯乙烯	800	627
P_{12}	25% 盐酸	4 148	1 760
P_{13}	液氯	35	36
P_{14}	氢气	993	964
P_{15}	氯化氢气体	60	60
P_{16}	尾氯	1 100	2 054
P_{17}	粗氢	23	22
P_{18}	次氯酸钠	1 100	1 079
P_{19}	粗二氯丙烯	489	291
P_{20}	粗二氯乙烷 H50	1 051	1 121
P_{21}	粗二氯乙烷 L50	305	188
P_{22}	粗氯丙烯	82	21
P_{23}	粗三氯丙烷	255	172
P_{24}	废硫酸	700	672
P_{25}	PVC 副品	150	176
P_{1-25}	销售利润总额	45 693 352 元	43 684 112 元

5 结语

基于投入产出分析建立齐鲁生产优化模型,输入财务提供的当期数据及根据实际生产情况修改约束条件,用计算机求解出的验证结果表明:开发的齐鲁氯碱生产计划线性规划模型能合理配置资源,是确定各产品月度产量生产决策的依据。与按经验方法编制计划实际产量对比,销售利润总额明显提高,能产生良好的经济效益,可用于实际生产计划排产、月度利润预测和生产决策。

参考文献

- [1] 宋瑞昆,李秉全. 工业企业投入产出优化模型的编制方法[J]. 系统工程理论与实践,1992(6):14-22.
- [2] 许本忠,田国明. 某石油化工公司生产计划优化研究[J]. 工业工程与管理,2002(3):58-62.
- [3] 杨东子,李俊臣. 市场波动条件下氯碱企业的生产决策[J]. 氯碱工业,2011,47(7):1-4.

ANALYSIS ON LINEAR PROGRAMMING MODEL OF PRODUCTION PLANNING IN QILU CHLOR-ALKALI PLANT

Zheng Pingyou, Qiu Zhiyong, Wu Yubin, Tian Shijun, Bian Qing, Liu Zhen

(Chlor-alkali Plant of Qilu Branch Co., SINOPEC, Zibo Shandong 255400)

(下转第 345 页)

- media/PDF% 20files/Heat _ exchange _ reforming/Topsoe_HTCR_BorsodChem. ashx.
- [22] Kim H. Anderson. Hydrogen Agenda [OL]. [2011 - 09 - 27]. http://www.topsoe.com/business_areas/hydrogen/~ /media/PDF% 20files/Heat _ exchange _ reforming/Topsoe_HTCR_hydrogen_agenda. ashx.
- [23] Haldor Topsøe. Topsøe HTCR Compact Hydrogen Units [OL]. [2011 - 09 - 27]. http://www.topsoe.com/business _ areas/hydrogen/~ /media/PDF% 20files/Hydrogen/topsoe_HTCR_may_2009. ashx.
- [24] Haldor Topsøe. HTER -Haldor Topsøe Exchange Reformer [OL]. [2011 - 09 - 27]. http://www.topsoe.com/business _ areas/hydrogen/~ /media/PDF% 20files/Hydrogen/hter_leaflet_topsoe. ashx.
- [25] Haldor Topsøe. Synthesis gas technology [OL]. [2011 - 09 - 27]. http://www.topsoe.com/business_areas/hydrogen/~ /media/PDF% 20files/Heat _ exchange_reforming/Topsoe_synthesis_gas_technology. ashx.
- [26] Pina J and Borio D O. Modeling and Simulation of an Autothermal Reformer [J]. Latin American Applied Research ,2006 ,36: 289 - 294.
- [27] Johnson Matthey. 天然气为原料 [OL]. [2011 - 10 - 28]. www.jmcatalysts.cn/syngas - catalystproducts - ammonia - fromgas. htm.
- [28] 牛春德,种道文,程玉春,等. Z412W/Z413W 催化剂用于布朗型节能工艺的试验 [J]. 齐鲁石油化工,1999,27(2):95-99.
- [29] 顾志诚. 布朗工艺的发展及在中国的现状 [J]. 大氮肥,1998,21(5):354-360.
- [30] 种道文,牛春德,王昊,等. 甲烷 - 二氧化碳 - 水蒸汽转化制甲醇合成气催化剂 Z412W/Z413W 的工业应用 [J]. 现代化工,2004,24(9):51-54.
- [31] 陈廷花. 烃类蒸汽转化技术及其发展 [J]. 河北化工,1998(4):39-41.
- [32] Christensen T S and Primdahl II. Improve syngas production using autothermal reforming [J]. Hydrocarbon Processing ,1994(3):39-46.

DEVELOPMENT REVIEW OF HYDROCARBON STEAM REFORMING PROCESS FOR HYDROGEN PRODUCTION

Wang Jianhua , Wang Hao , Yu Hantao , Jiang Jianbo

(Research Institute of Qilu Branch Co. , SINOPEC , Zibo Shandong 255400)

Abstract: This paper reviewed the development of hydrogen production methods , especially the method of hydrocarbon steam reforming , used in oil refining and chemical industry. It also briefly described the characteristics and advantages of traditional hydrogen production process , hydrogen production process with pre - reforming , and some new types of hydrocarbon steam reforming process developed in recent years.

Key words: hydrocarbon steam reforming ; hydrogen production; review

(上接第309页)

Abstract: The linear programming model of production planning was developed according to the production situation , its corresponding data and the input - output analysis of Qilu Chlor - alkali plant. Meanwhile , the production plan was solved by means of Excel software. Comparative result of the optimized model and the original plan by empirical methods showed that the new plan could lead to significant economic benefit and was much operable.

Key words: production plan; linear programming model; benefit , analysis

消除环氧乙烷增产“瓶颈”

11月3日 扬子石化重大科研项目——乙二醇催化加氢工业化试验装置成功开车。装置投用以来,系统脱醛效果好,乙二醇产品中的UV值优于优级品指标,解决了扬子石化乙二醇产品质量控制的难题,消除了环氧乙烷的增产“瓶颈”。

该项目的投用,标志着中国石化成为世界首家成功将催化加氢技术应用于乙二醇工业生产的企业。催化加氢技术的成功应用,为国内乙二醇、环氧乙烷的工业生产以及改造扩能提供了技术支撑,同时也为下游聚酯企业产品质量的提升创造了有利条件。目前,该技术已申请国家专利。

(吴翠红摘编)