

中国石化工业“十五”期间投入产出分析

孙玉国

(中国石化集团资产管理有限公司财务资产部,北京100029)

摘要:“十五”期间中国石化股份、中国石油股份、中国海洋石油股份三大上市公司在油气、炼油及销售、化工及销售业务方面累计投入8650亿元,年平均占用资本回报率15.50%,全部投资内部收益率16.68%。综合分析了各业务的投资回报的特点,指出在“十五”期间,中国石化工业在具体内容上应有所调整:①抓紧国内新区勘探开发和积极实施“走出去”战略,进一步实现战略接替和降低成本;②继续加大油品销售网络建设,做大油品贸易,提高国内市场份额,积极开拓海外销售;③认真分析周边市场供需关系,把握投资节奏,严谨投入。

关键词:石化工业;资本支出;投资回报;中国

中图分类号:TE-9

文献标识码:C

文章编号:0253-4320(2006)11-0010-06

Analysis of investments and returns of China's Petrochemical industry in "the tenth five-year plans"

SUN Yu-guo

(Department of Financial Affairs and Assets, Assets Operation and Management Co., Ltd., SINOPEC, Beijing 100029, China)

Abstract: In the period of "the tenth five-year plans" three big companies (SINOPEC, SINOPEYRO and CNOOC) invested 865 billion yuan in oil and gas, refinery, chemical and sales businesses, with 15.50% of occupied capital return rate and 16.68% of total investment inner income rate. In this paper the features of these investment returns in every business field are analyzed comprehensively. It is pointed out that China's petrochemical industry should be adjusted in the period of "the eleventh five-year plans" with the following instructions: ① strengthen the exploration and development of new areas and the strategy of internationalization, to keep on the strategic succeeding and cost reduction; ② speed the construction of sales network of oil products, expand the oil product trade, increase the occupation rate of the domestic market, and exploit the overseas market; ③ invest precisely based on the analysis of relationship between supply and demand around the country.

Key words: petrochemical industry; capital outgo; invest return; China

1 “十五”期间投入情况

“十五”期间,中国石油化工股份有限公司(简称中石化股份)、中国石油天然气股份有限公司(简称中石油股份)、中国海洋石油股份有限公司(简称中海油股份)三大上市公司累计资本支出和收购资产8650亿元,其中:油气业务5537亿元,占总投入的64.01%;炼油及销售业务1903亿元(其中销售业务1017亿元),占22.00%;化工及销售业务1138亿元,占13.16%。“十五”期间投资中,三大上市公司主要以自有资金为主,现金来源高于现金支出,平均资产负债率下降3.66个百分点,达到39.15%,其中:中石化股份52.92%,中石油股份30.13%,中海油股份35.87%,均保持了稳健的资金结构。

1.1 上游油气业务

上游油气业务5年累计投入5537亿元(未包括勘探进损益费用约950亿元),见表1。按照稳定东

部、加快西部、加快海域和“走出去”的总体思路,三大上市公司加大了勘探开发力度,油气增储上产布局和油气结构得到优化调整,呈现出好的势头。石油产量稳中有升,天然气市场快速发展;西气东输、忠县-武汉、陕京二线等天然气管道建成,天然气市场取得突破。

5年累计新增石油可采储量69亿桶,新增天然气可采储量7362亿 m^3 ,平均储采比保持在17以上,基本实现了储采平衡;5年累计生产原油58亿桶,天然气1777亿 m^3 。油田企业原油产量由2000年的10.88亿桶提高到2005年的12.32亿桶,5年平均增长2.52%。天然气产量由2000年的226亿 m^3 增加到484亿 m^3 ,平均增长16.38%。“十五”期间,国际石油价格不断高涨,中海油股份产量升幅较大,中石化股份、中石油股份产量增幅较小,东西部总产量稳中有升。中石油股份原油产量占三大公司的2/3以上,天然气产量占3/4以上。

表1 中国石化工业油气业务“十五”期间投入产出明细表

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	增长或累计/%
原油产量/百万桶	1088	1116	1148	1158	1169	1232	2.52
中石化股份	247	269	270	271	274	279	2.42
中石油股份	765	764	770	775	778	823	1.47
中海油股份	76	84	109	112	117	130	11.52
天然气产量/亿 ft ³	7997	9608	10721	11724	13603	17076	16.38
中石化股份	803	1628	1788	1877	2070	2219	22.54
中石油股份	6470	7268	7938	8785	10200	13435	15.74
中海油股份	724	712	995	1062	1333	1422	14.45
剩余原油可采储量/百万桶	15200	15420	15681	15612	15663	16287	1.39
中石化股份	2952	3215	3320	3257	3267	3294	2.22
中石油股份	11032	10959	10937	10919	10941	11536	0.90
中海油股份	1216	1246	1424	1436	1456	1457	3.69
剩余天然气可采储量/10 亿 ft ³	36781	42838	45694	48111	52233	56506	8.97
中石化股份	999	3488	3329	2888	3033	2952	24.19
中石油股份	32533	36103	38817	41069	44554	48123	8.15
中海油股份	3250	3248	3548	4154	4647	5431	10.82
油气当量储采比/年	17.47	17.68	17.56	17.46	17.46	16.95	
中石化股份	11.96	12.81	12.93	12.37	12.22	11.99	
中石油股份	18.85	19.19	19.30	19.28	19.37	18.68	
中海油股份	20.06	18.73	16.08	16.43	16.05	15.35	
资本支出及资产收购/百万元	56415	79495	93187	96384	117083	167536	553685
中石化股份	14547	29406	20228	20628	19087	23095	112444
中石油股份	41868	45750	61236	66243	73389	115092	361710
中海油股份		4339	11723	9513	24607	29349	79531
经营利润/百万元	132322	111644	101399	129786	177072	295176	815077
中石化股份	24704	23185	14787	19160	25614	46871	129617
中石油股份	95157	77654	73691	94292	128106	211263	585006
中海油股份	12461	10805	12921	16334	23352	37042	100454
已占用资本回报率(ROCE)/%		21.68	17.33	20.82	24.12	33.14	
中石化股份		20.48	11.48	13.58	16.09	25.94	
中石油股份		22.41	19.30	24.03	28.12	37.18	
中海油股份		19.57	17.31	18.16	19.54	26.15	

注:①ROCE = 息税前利润 × (1 - 所得税率) / 已占用资本;②以上数据均摘自公司年报等公开材料,ROCE/%系计算求得;③1 ft³ = 0.0283 m³。

1.2 炼油销售业务

炼油销售业务5年累计投入1903亿元,见表2。主要针对炼油企业布局不合理和国际竞争能力不强等问题,重点安排原油储运设施、重点企业综合加工能力配套改造、清洁生产和产品质量升级的技术改造,炼油厂部分投资832亿元;中石化股份和中石油股份非常重视油品销售网络建设,重点是建

设成品油管道、码头油库以及收购和新建加油站,努力消除油品运输瓶颈,提高市场占有率,扩大盈利空间。油品销售部分投资1070亿元,销售业务的投资超过了炼油生产的投资。

中石化股份重点建设长江流域进口原油码头和原油管道,中石油股份重点建设吐哈进口原油管道及大连原油码头等,原油运输网络正在进一步完善。

表 2 中国石化工业炼油销售业务“十五”期间投入产出明细表

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	增长或累计/%
原油加工量/1 000 桶·日 ⁻¹	3609	3596	3674	4042	4580	4878	6.21
中石化股份	2110	2042	2115	2341	2667	2818	5.95
中石油股份	1499	1553	1559	1701	1912	2060	6.57
加工负荷/%	78.4	76.9	81.3	87.8	89.1	92.7	
中石化股份	81.00	77.90	79.30	87.80	89.55	94.01	
中石油股份	74.98	75.59	84.09	87.70	88.48	90.92	
汽煤柴油产量/万 t·a ⁻¹	10528	10768	11007	12151	14513	15092	7.47
中石化股份	6258	6114	6242	6872	8083	8453	6.20
中石油股份	4270	4654	4765	5279	6430	6639	9.23
汽煤柴油销售量/万 t·a ⁻¹	11185	11938	12414	13426	16160	18054	10.05
中石化股份	6769	6774	7009	7592	9459	10456	9.09
中石油股份	4416	5164	5405	5834	6701	7598	11.46
加油站数量/座	36843	40348	41287	45473	47466	47811	5.35
中石化股份	25493	28246	28127	30242	30063	29647	3.07
中石油股份	11350	12102	13160	15231	17403	18164	9.86
炼油资本支出及收购/百万元	18738	14236	12218	15732	20010	21016	83212
中石化股份	5511	8992	6533	11655	14272	14127	55579
中石油股份	13227	5244	5685	4077	5738	6889	27633
销售资本支出及收购/百万元	16080	23428	15824	15399	29771	22625	107047
中石化股份	16080	17256	6982	6826	18042	10954	60060
中石油股份		6172	8842	8573	11729	11671	46987
经营利润/百万元	- 990	1225	17141	23051	32640	- 12965	61092
中石化股份	7752	4549	14323	18016	20659	6845	64392
中石油股份	- 8742	- 3324	2818	5035	11981	- 19810	- 3300
已占用资本回报率(ROCE)/%		0.42	5.80	7.49	9.03	- 2.91	
中石化股份	5.54	3.03	8.97	10.19	10.36	3.07	
中石油股份		- 2.37	2.07	3.84	7.39	- 8.89	

注:①ROCE = 息税前利润 × (1 - 所得税率) / 已占用资本;②以上数据均摘自公司年报等公开材料,ROCE/%系计算求得。

通过对镇海炼油化工股份有限公司、上海石油化工有限公司、上海高桥石油化工有限公司、金陵石化有限责任公司、扬子石油化工有限公司、齐鲁石化公司、大连石油化工有限公司、大连西太平洋石油化工有限公司、兰州石化公司、长庆石化公司、大港石化公司、华北石化公司等炼油企业进行加工重点改造,共增加原油一次加工能力 3 463 万 t/a,增加延迟焦化 2 186 万 t/a,加氢裂化能力 1 089 万 t/a,催化裂化能力 1 003 万 t/a,原油一次加工能力得到限制,重油加工能力明显提高,使产品结构更加合理。

通过采用自有技术有计划地对催化裂化装置进行了改造,并增加重整能力 628 万 t/a,增加煤柴油(含焦化石脑油)加氢精制能力 3 271 万 t/a,基本满足了 2003 年、2005 年油品质量升级的需要。

通过建设兰、成、渝及西南等成品油管道,以及调整成品油库布局,增加加油站网点等措施,使市场

控制能力进一步增强,零售比例进一步提高,中石化股份和中石油股份共拥有加油站 4.78 万座,约占全国 9 万座加油站的 53%。

1.3 化工销售业务

化工销售业务 5 年的累计投入为 1 138 亿元,见表 3。有些企业主要针对资本总额过大、占用资本回报率不高、市场竞争能力不强等问题,重点突出乙烯和合成纤维核心业务,进行化肥原料路线改造,不断增强企业竞争能力。“十五”期间化工总体投入不高,特别是中石油股份,资产几乎没有增加。

通过对燕山石化公司、上海石油化工有限公司、扬子石油化工有限公司、齐鲁石化公司、广州石化公司、大庆石化公司、吉化集团公司、兰州石化公司等企业的乙烯改造,以及新建扬巴、赛科合资乙烯工程,共新增乙烯能力 411 万 t/a,增加合成树脂能力 626 万 t/a。

表3 中国石化工业化工业务“十五”期间投入产出明细表

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	增长或累计/%
乙烯产量/万 t	367	372	430	580	592	721	14.45
中石化股份	217	215	272	398	407	532	19.64
中石油股份	150	157	158	182	185	189	
合成树脂产量/万 t	503	503	597	817	875	1036	15.54
中石化股份	318	320	401	581	622	761	19.03
中石油股份	185	183	197	237	253	276	8.32
合成橡胶产量/万 t	54	64	67	80	85	91	11.05
中石化股份	32	40	46	55	56	63	14.58
中石油股份	22	24	21	25	29	28	5.03
合成纤维单体及聚合物产量/万 t		451	468	651	728	801	
中石化股份	380	360	383	563	602	673	12.12
中石油股份		91	85	87	126	128	
资本支出及收购额/百万元	10309	16009	10499	17105	46078	24125	11381
中石化股份	6205	11947	7324	13207	41759	10556	84793
中石油股份	4104	4062	3175	3898	4319	13569	29023
经营利润/百万元	2507	-3132	-3090	4584	26376	17572	42310
中石化股份	2437	-758	72	3543	18721	14296	35874
中石油股份	70	-2374	-3162	1041	7655	3276	6436
已占用资本回报率(ROCE)/%		-1.71	-1.82	2.66	14.00	8.05	
中石化股份		-0.79	0.08	3.20	14.96	10.49	2.44
中石油股份		-2.71	-4.18	1.70	12.11	4.00	

注:①ROCE = 息税前利润 × (1 - 所得税率) / 已占用资本;②以上数据均摘自公司年报等公开材料,ROCE/%系计算求得。

通过仪征化纤股份有限公司、上海石油化工股份有限公司、扬子石油化工有限公司、镇海炼化化工股份有限公司等化纤原料基地的改造和建设以及洛阳石化公司、天津石化公司等化纤企业的兼并收购等,共增加对二甲苯、精对苯二甲酸、乙二醇等合成纤维原料生产能力 218 万 t/a。

通过对化肥原料路线改造的方案研究,特别是在国家政策的支持下,巴陵石化公司、中石化湖北分公司、金陵石化有限责任公司、中石化安庆分公司等 4 套轻油化肥的煤(焦)代油技术改造正在抓紧实施,金陵化肥改造已投产,其余装置已在 2006 年建成投产。

2 “十五”期间产出分析

2.1 资产增值情况

“十五”期间 5 年三大公司累计投入 8 650 亿元,上游油气业务抓住了国际油价不断攀升的机遇,通过大量的投入,进一步增储上产,扩大资源,扩大市场份额;炼油和化工生产投资力度放缓,油品销售和化工乙烯等核心业务得到进一步发展。

5 年累计净增加资产 6 147 亿元,其中油气资产和油品销售资产增长较大,炼油、化工等盈利水平不高的资产增长幅度较低。“十五”期间资产平均增长

速度为 11.89%,其中:上游油气资产 15.10%,炼油及销售 10.43%,化工及销售 3.13%。见表 4。

从资产的新度系数(新度系数 = 固定资产净值/固定资产原值)看,上游油气业务由于大量投入,资产新度系数稳中有升,炼油和化工资产新度系数下降,即:炼油和化工业务“十五”期间投入的新资产低于资产自然衰老速度。

2.2 投资回报和风险分析

“十五”期间的产出,一部分是“十五”以前年度累计投入的结果,一部分是“十五”期间投入的结果;“十五”期间的投入,一部分已经有了产出,一部分作为刚刚建成的资产,还没有完全产出或没有产出。对投资回报的评价,采用已占用资本回报率和内部收益率 2 个参数进行评价:已占用资本回报率主要考核年度盈利能力与已占用资本的关系,对同一个项目来说,项目初期的已占用资本额较高,因此回报率显低,项目后期时已占用资本额降低,回报率显高,如果“十五”期间新建项目过多,则已占用资本回报率偏低;内部收益率主要是通过现金流量考核计算期内的投资回报,它把前期的投入作为现金流出处理,把当期的投入,特别是还没有产出的投入在期末作为现金收入加以回收,比较准确地反映了计算期内的收益情况。见表 5。

表4 中国石化工业“十五”期间投入及资产增值分析

百万元

	固定资产 投入及收购	资产保值增值分析					
		期初资产	期初资产 新度系数	期末资产	期末资产 新度系数	资产增加值	资产平均 增值速度/%
三大上市公司合计	864975	815419	0.54	1430153	0.53	614734	11.89
上游油气业务	553685	406986	0.51	822200	0.54	415214	15.10
炼油销售业务	190260	259610	0.57	426327	0.56	166717	10.43
化工销售业务	113816	180239	0.52	210259	0.45	30020	3.13
中石化股份	318898	354742	0.56	537321	0.53	182579	8.66
油田板块	112444	103879	0.48	177389	0.52	73510	11.30
炼油板块	55579	97873	0.64	111173	0.50	13300	2.58
销售板块	60060	46974	0.71	107430	0.81	60456	17.99
化工板块	84793	103420	0.57	133820	0.44	30400	5.29
其他资产	6020	2596		7510		4913	23.67
中石油股份	466546	428080	0.51	778067	0.52	349987	12.69
勘探生产	305572	258515	0.51	460814	0.50	202299	12.26
炼油销售	74620	114763	0.45	207724	0.47	92961	12.60
化工销售	29023	76819	0.45	76439	0.47	-380	-0.10
天然气管道	56138	11995	0.55	69232	0.61	57237	41.99
其他	1193			-36142		-2130	
中海油股份	79531	32597	0.59	114765	0.66	82168	28.63

注:包括中石油股份的天然气管道业务。

表5 中国石化工业“十五”期间投资回报情况分析

百万元

	投入				产出分析			
	固定资产 及收购	比例/%	“十五”平均 资产	资产占 比例/%	5年累计经营 利润(EBIT)	经营利润 (EBIT)比例/%	计算期平均年 ROCE/%	计算期内 IRR (税后)/%
三大上市公司合计	864975	100.00	1122786	100.00	906220	100.00	15.50	16.68
上游油气业务	553685	64.01	614593	54.74	815077	89.94	24.81	25.06
炼油销售业务	190260	22.00	342968	30.55	61092	6.74	3.66	7.67
化工销售业务	113816	13.16	195249	17.39	42310	4.67	4.65	3.81
中石化股份	318898	100.00	446032	100.00	224343	100.00	10.11	12.91
油田板块	112444	35.26	140634	31.53	129617	57.78	17.93	22.70
炼油板块	55579	17.43	104523	23.43	16539	7.37	3.44	5.09
销售板块	60060	18.83	77202	17.31	47853	21.33	11.20	17.14
化工板块	84793	26.59	118620	26.59	35874	15.99	6.38	6.26
其他资产	6020	1.89	5053	1.13	-5540	-2.47		
中石油股份	466546	100.00	603074	100.00	581423	100.00	18.23	18.51
勘探生产	305572	65.50	359665	59.64	575092	98.91	30.86	28.01
炼油销售	74620	15.99	161244	26.74	-3300	-0.57	-0.43	4.99
化工销售	29023	6.22	76629	12.71	6436	1.11	1.85	0.61
天然气管道	56138	12.03	40614	6.73	9914	1.71	3.79	4.46
其他	1193	0.26		0.00	-6719	-1.16		
中海油股份	79531	0.00	73681	100.00	100454	100.00	22.97	22.86

综合分析各项业务板块投入产出效果,特别是考虑到近年来原油价格不断增高的发展趋势、国内成品油调控政策、化工景气周期等因素,总的来看,“十五”期间的投入很大,成效很大,资产平均增值速度为11.89%,平均占用资本回报率达到了15.50%,全部投资内部收益率16.68%,负债率降低3.66个百分点。但也存在抗风险能力弱、竞争能力不够强等潜在问题。

(1) 上游油气业务

石油及天然气探明储量不断增加。在近年原油保持高价位的情况下,用54.74%的资产产出了89.94%的经营利润(EBIT),平均占用资本回报率高达24.81%,内部收益率高达25.06%,中石化股份、中石油股份、中海油股份的内部收益率分别达到22.70%、28.01%和22.86%,远高于基准行业回报率12%,创造了历史最好水平,是“十五”期间三大上市工业利润的主要来源。

但是,大量的开发投资主要弥补了原油产量的递减,每年投入规模很大,但产量增加不大,储量结构改变不大,这些大量的投入基本上用于维持简单再生产。特别是东部老油田开发进入后期,生产成本增加很大。与国外同行相比,我国在油田开采方面投入产出偏低,竞争能力不够强,高油价明显地掩盖了成本劣势,宜加快战略结构调整,积极实施“走出去”战略,到境外进行勘探和开发,努力降低成本,拓展资源,实现可持续发展。

(2) 炼油销售业务

用于产品质量升级和安全隐患治理等维持简单再生产的投资只能增加成本,难以增加效益;而原油运输结构调整的效益,特别是“十五”后期投资的项目,只能在“十一五”期间发挥效用;另外,自2005年国家对于成品油价格实行宏观调控以来,炼油板块大幅度亏损,严重影响了炼油业务的效益。

“十五”期间炼油业务占用资本回报率仅为3.66%,全部投资内部收益率为7.67%。“十五”期间炼油业务的效益主要得益于负荷率、加工量和高硫原油比例的提高,特别是得益于销售业务的发展。“十五”期间一次装置的负荷率提高了14个百分点,达到了92.7%的高水平;挖掘加工潜力3400万t/a,满足了平均原油加工量6.21%的增长需要。

油品销售投入产出是非常明显的,中石化和中石油抓住机遇,大幅度投资加油站和成品油管道,不仅增加了市场控制能力,同时也降低了经营成本,实现了集约经营,保持了较高的投资回报,例如,中石化成品油销售业务5年平均占用资本回报率约为11.20%,内部收益率高达17.14%,其投资回报率仅

次于油气业务。

“十五”期间涉及较大规模改造或新建的炼厂主要是燕山石化公司、上海高桥石油化工公司、上海石油化工股份有限公司、镇海炼化化工股份有限公司、金陵石化有限责任公司、扬子石油化工有限公司、广州石化公司、青岛石化公司、大连西太平洋石油化工有限公司、兰州石化公司等炼厂,扩建的炼厂数量较多,但新建单系列生产规模均在1000万t/a以内,特别是与之配套的二次加工装置规模相对偏小,与世界先进水平相比还有很大的差距。按中国市场需求增长空间和国外炼油发展趋势看,炼厂扩建规模以2000万~4000万t/a为宜。炼油布局分散、不够集约、单位能力投资偏高的问题在“十五”期间没有得到根本改善。另外,“十五”期间是我国成品油市场全面开放的前夜,零售市场的竞争越来越激烈,竞争成本越来越高,但在今后的销售业务发展过程中,在国内外同行之间保持一个适度的竞争与合作态势是必要的。

(3) 化工销售业务

针对化工板块长期以来占用资产多、投资回报低下的特点,乙烯、化纤原料等项目都充分依托了企业的现有设施,通过不断优化方案降低投入,取得了较好的效益;另外中石化在化工景气周期前夕,以较优惠的价格收购了茂名、中原、天津乙烯及天津、洛阳聚酯等企业的资产,2004—2005年产出效益显著提高。“十五”期间,2001—2002年化工业务占用资本回报率为负值,2003年转为正值,2004年高达14.00%,2005年降至8.05%,化工的景气周期转眼即逝。化工业务5年平均占用资本回报率仅为4.65%,全部投资内部收益率3.81%,投资回报率总体偏低。

由于受化工原料资源等多种因素的限制,乙烯、化纤等化工项目的建设规模不够大,产品也比较单一,附加值不高。另外,化肥原料路线改造项目适逢建设材料涨价高峰,投资偏高,给项目的经济效益带来了负面影响。

3 结论与展望

“十五”期间,中国石化工业三大上市公司抓住加入WTO前夜的有利时机,抓住国际石油价格不断高涨的机遇,通过油田、炼油、化工、销售网络的各项业务的大量投入,进一步扩大资源优势,扩大天然气市场占有率,扩大销售网络,适度限制炼油和化工发展节奏,产业结构得到进一步优化,竞争能力进一步增强,中石化在炼化方面的优势得到加强,中石油在

(下转第17页)

应类型及反应立体选择性的方法,在笔者课题组以前的文章^[7-8]和其他作者也进行了详细综述^[9]。在利用活性微生物细胞催化不对称合成时,常存在反应的时空产率低和在某些情况下反应的立体选择性不高的问题^[10]。当前还未见有关这方面的详细归纳和分析,在此笔者将结合自己近几年的研究工作和国内外在这方面的研究动态,对此进行相应的介绍和分析。

1 时空产率低的原因

已有多种活性微生物细胞成功地用于催化多种前手性羰基不对称还原合成相应的手性醇,但只有为数很少的几种反应已能应用于实际合成过程^[11-12]。这些合成过程的产业化程度主要由以下几方面因素决定:①生产率;②产物浓度;③收率;④生物催化剂的消耗量。在这些因素中生产率是最主要的因素,起决定性的作用。对于生物催化要达到工业应用的水平,过程的时空产率一般应大于 $1\text{ g}/(\text{L}\cdot\text{h})$;而对于氨基酸和其他一些生物反应过程,其时空产率可达 $130\text{ g}/(\text{L}\cdot\text{h})$ ^[5]。目前所报道的活性细胞催化前手性羰基不对称还原过程,其时空产率都较低,主要原因是利用活性细胞催化时底物的浓度很低以及催化剂的活性不是很高,这是利用活性细胞催化羰基不对称还原的共同不足^[9]。

笔者通过分析近期本实验室的研究结果和文献报道可知,主要是以下几方面的原因限制了活性细胞催化过程中底物浓度的提高:第一,过程中待反应

的有机物通常都不是所使用微生物的天然底物,较高的底物浓度对用来催化反应的活性细胞具有毒性^[13];第二,待转化的底物通常为疏水性化合物,在水相体系中的溶解度比较低^[14];第三,底物和产物对反应具有抑制作用^[15]。

2 促进过程时空产率的方法

2.1 连续反应过程

由于反应过程中底物和产物对细胞活性和催化活性具有一定的抑制,鉴于连续发酵可以消除底物或产物对细胞的抑制,研究人员对连续过程用于活性细胞催化的不对称还原也进行了相应的研究。Hasegawa等^[16]在浅层固定床中利用固定化的汉逊酵母细胞(*Hansenula capsulata*)连续催化苯乙酮不对称还原,反应的转化率达到92%,连续反应220h仍保持较高的催化活性。Wendhausen等^[17]利用石棉纤维固定的面包酵母细胞连续催化还原固定床中的苯甲酰甲酸乙酯和乙酰乙酸乙酯,苯甲酰甲酸乙酯的时空产率为 $2.9 \times 10^{-2}\text{ g}/(\text{L}\cdot\text{h})$,收率为50%,对映体过量值(e.e.值)为90%,而对于乙酰乙酸乙酯可以连续反应8天,收率和e.e.值分别为65%和95%。Chin-Joe等^[18]在生物反应器中利用悬浮面包酵母细胞连续还原乙酰乙酸乙酯,在180h的连续操作过程中,底物转化率可达88%~92%,e.e.值可达98%,其体积产率为 $0.64\text{ g}/(\text{L}\cdot\text{h})$ 。从上面的研究结果可以看出,连续反应过程有利于保持催化活性长时间稳定,同时也易于过程的放大。但整个

(上接第15页)

石油、天然气资源方面的优势更加突出,中海油的石油、天然气资源增长较快。在获得高额回报的同时,三大上市公司抓住历史机遇,清理了不良资产,处理了呆、坏账,降低了资产负债率,为今后的发展储备了潜能。

各项业务的投资回报情况是:油气业务,高风险、高回报,高投入、高产出;油品销售业务,低风险、高回报,低投入、高产出;炼油和化工业务,低风险、低回报,高投入、低产出。但是,“十五”期间的投入也存在不足,一是随着勘探难度不断加大和主力老油田相继进入“双高”开发阶段,后备资源接替不足的矛盾日益突出,公司的成长性受到制约;二是与国际先进水平相比,炼油装置规模、技术经济指标等还存在一定差距,产品质量升级和环保压力增大;三是化工高附加价值产品少,通用产品多;四是公司整体业绩对油价的波动敏感程度高,对市场的变化依赖

性强,需要继续提高盈利能力、竞争力和抗市场风险能力。

“十一五”期间,国际油价将继续处于一个较高的水平,中国的油品和化学品市场仍将继续保持较高的增长水平,扩大资源、拓展市场、降本增效、严谨投资仍是不变的发展战略,但在具体内容上应有所调整,油气业务宜抓紧国内新区勘探开发和积极实施“走出去”的战略,进一步实现战略接替和降低成本;销售板块宜继续加大销售网络建设,做大油品贸易,提高国内市场份额,积极开拓海外销售;炼油和化工业务要认真分析周边市场供需关系,把握投资节奏,严谨投入。“十一五”期间,中国石化工业要继续依靠改革,依靠科技创新,并通过大量的投入,进一步调整产业结构,发展核心业务,节能降耗,降本减费,不断提高国际竞争能力,为建设国际化公司而努力。■