

# 中國의 석유산업(X)

## 4. 문화혁명기의 난관

1966년에 문화혁명이 시작되자 中國의 석유정제 산업은 곤란에 처한다. 그로부터 10년간 연구개발과 설계기술의 발전이 지체됨으로써 세계적 정제기술 수준에서 크게 뒤쳐지는 것이었다. 그러나 이 시기에 대형정유공장을 신설하고 노후된 공장을 개조·확장하는 사업은 많았다. 새로운 유전도 勝利원유 및 大港원유가 생산되기 시작하여 그 생산량도 비약적으로 증대된다.

1965~78년간의 몇몇해를 모델로 본 정유산업지표는 <표 4-7>과 같다. 이 기간 산유량이 크게 증가함에 따라 연간 원유처리능력 250만톤규모의 대형정유공장을 신설하고 기존정유공장도 확장한다. 그래서 원유정제능력이 1965년의 1,423만톤에서 78년에는 9,291만톤으로 6배이상 늘었다.

勝利원유가 개발·생산됨에 따라 1967년 山東省의 승리정유공장(齊呂石油化工公司)이 건설·가동되었다. 연간 250만톤 규모로서 中國 제일의 상압 및 감압증류탑, FCC설비, 딜레이드·코킹설비를 갖춘 것이었다. 1969년에는 이와 같은 규모의 北京소재 東方紅정유공장(燕山石油化工公司)가 완공되고 이어서 1971년에는 湖南省소재 長嶺정유공장(巴陵

石油化工公司)과 湖北省소재 荊門정유공장도 완공되었다.

長嶺정유공장은 문화혁명의 혼란기에 6년이나 공사했다. 상압 및 감압증류탑과 120만톤의 FCC설비 그리고 60만톤의 딜레이드·코킹설비가 주력이다.

1970년대에 들어서부터는 소형정유공장 중심으로 76년까지 8개정유공장이 완성되었다. 장치구성도 비교적 단순했다. 완공순으로 보면 ▲天津第一石油化工廠(天津石油化工公司) ▲遼寧省의 盤錦정유공장 ▲吉林省의 前郭정유공장 ▲遼寧省의 鞍山정유공장 ▲黑龍江省의 林源정유공장 ▲山東省의 濟南정유공장 ▲河北省의 滄州정유공장 ▲黑龍江省의 하르빈정유공장 등이다. 이들은 모두 인근지역의 연료공급이 주목적이었다.

1976년부터는 대규모정유공장 건설이 재개되었다. 중심설비는 연간 정제능력 250만톤의 상압·감압증류탑, 120만톤의 FCC설비였다. 1976년에 天津石油化工廠, 吉林化學工業公司 그리고 安徽省의 安慶정유공장(安慶石油化工總廠)이 완성되었다. 1977년에는 湖北省의 武漢정유공장(武漢石油化工廠)이, 1978년에는 廣東省의 廣州정유공장(廣州石油化工總廠), 浙江省의 鎮海정유공장(鎮海石油化工

總廠), 新疆위구루自治區의 우루무치정유공장(우루무치石油化工總廠)이 완공되었다. 그 외에도 江西省의 九江정유공장, 河北省의 石家莊정유공장, 河南省의 洛陽정유공장 등의 신설계획도 추진되었다.

또한 기존정유공장의 확장도 병행됨으로써, 연간 원유정제능력이 1975년에는 大連石油五廠이 500만톤규모로 증강되고, 勝利정유공장은 600만톤으로, 北京 東方紅정유공장은 700만톤으로 증강되었다. 이어서 1976년에 大慶정유공장이 480만톤으로, 撫順石油一廠이 300만톤으로, 撫順石油二廠은 500만톤으로, 撫順石油三廠이 120만톤으로, 錦州石油六廠이 250만톤으로 증강되었다. 다음 1977년에는 錦西石油七廠이 550만톤으로 증강되었다.

한편 원유가 급격히 증산됨에 따라 각지구 정유공장에 대한 원유대량수송이 과제로 대두된다. 이 시기의 수송량과 수송방식의 변화는 <표 4-8>과 같다. 원유수송량은 1966년의 1,533만톤에서 75년에는 6.8배인 1억 437만톤에 달했다. 수송수단은 당시까지 동북지구에 편중된 원유정제능력을 시정하고 남서지구 및 연안지역까지의 정제 설비증강을 위해 장거리 파이프·라인 건설과 해상수송력강화에 중점을 두었다. 1966년에는 철도수송이 주종(63.6%)이었으나 1975년에는 파이프라인 수송이 44.8%, 水上수송이 22.5%에 달했다. 이 시점에서 도로수송은 모두 없어지게 된다.

장거리 송유관 건설과 해상수송력 강화에 따라 1975년에는 上海정유공장이 400만톤규모로 증강되고 1976년에는 南京정유공장이 550만톤으로, 長嶺정유공장은 350만톤으로, 蘭州정유공장도 300만톤규모로, 廣東省의 茂名정유공장이 500만톤으로 증강되었다.

1978년에 들어서는 中國 원유생산량이 1억톤을

넘고 원유처리량은 9,291만톤에 달했다. 이 무렵 정제능력 증강과 아울러 2차처리설비 건설도 잇따랐다. 26基의 FCC설비, 10基의 접촉개질장치, 12基의 水素化정제설비가 신설된 것이다. 또 윤활유 제조능력도 40만톤 증강되어 연간 190만톤으로 되었다.

프로세스 개발면에서는 1960년대 후반부터 中國 독자적인 FCC기술개발이 시작된다. 1970년대 부터는 上昇管(라이저)型 FCC프로세스가 연구개발의 주제로 떠올랐다. 中國 국산기술에 의한 라이저型 FCC장치는 1975년에 撫順石油二廠에 완공되었다. 연간 90만톤규모로서 기존FCC장치 60만톤 짜리를 개조한 것이다. 이 기술은 그후, 鎮海/九江/우루무치/石家莊 등의 신설 대형정유공장 FCC장치에 채택되었다.

접촉개질기술에 대해서는 종래의 백금촉매에 대체하여 二元금속촉매가 개발되고 이것이 蘭州정유공장 접촉개질장치에 사용(1974년)되어 큰 효과를 보았다. 또한 1977년에는 錦西石油七廠에 多元금속촉매형의 접촉개질장치가 中國최초로 설치되었다. 다음, 水素化분해의 국산기술은 1973년 撫順石油三廠의 윤활유정제용에 채택되었다. 효과가 좋아서, 北京의 東方紅정유공장 왁스정제장치에 채택되고 南京정유공장 암모니아原料用 열분해나프타의 정제장치에도 채용된다. 한편 1969년에는 국산제품으로 등·경유의 탈납장치를 南京정유공장에 설치했으며 이 장치가 東方紅/大慶/荊門 등의 정유공장에 건설되었다.

## 5. 新發展期와 SINOPEC 설립

1978년에 이르러 문화혁명기의 국내혼란이 종식된다. 곧이어 「조정·개혁·정돈·提高」를 슬로건

<표 4-7> 1965~78년의 정유산업지표

	1965	1970	1975	1978
원유처리설비능력(만톤)	1,423	4,402	6,764	9,291
원유처리량(만톤)	1,083	2,769	5,087	7,069
석유제품종류(품수)	494	577	636	656
휘발유, 등경유, 윤활유 총생산량(만톤)	617	1,362	2,483	3,352
석유제품수출량(만톤)	17	n. a.	221	242

으로 한 중점정책과 대외개방정책이 채택됨으로써 中國정유산업은 역사적 신단계에 들어선다. 그러나 문제는 최대규모인 大慶유전의 산유량이 둔화경향을 보이자 원유증산을 바탕으로 추진되던 근대화정책이 변경된다.

기본정책으로서는 원유정제처리량을 될수록 낮게 억제하면서 2차처리설비능력의 증강을 피하는 바, 정질제품을 증산하며 에너지절약과 기술혁신을 추진함으로써 품질향상으로 국제경쟁력을 높여간다는 것이었다. 이 무렵 연간 원유 정제능력은 1985년 1억 615만톤으로서, 그 증가율은 7년간에 14%로 낮은편 이었다. 이 기간의 대형정유공장 건설은 1980년 완공된 江西省의 九江정유공장(100만톤 규모), 1983년에 완공된 河北省의 石家莊정유공장(100만톤 규모)이다.

SINOPEC 즉 中國石油化工總公司是 1983년 國務院직속기관으로 수도 北京에 설립되었다. 전국에 산재한 ▲정유공장 17개소 ▲정소·석유화학 콤비나트 13개소 ▲합성섬유공장 4개소 ▲합성비료공장 5개소 등 합계 39개 공장을 근간으로 하며 그 외의 과학연구, 설계, 교육 등 제기관을 산하에 둔 기업이 SINOPEC이다. 그 종업원은 48만명으로서, 종래보다는 기업활동이 원활해졌다.

SINOPEC의 주요역할과 사업은 다음과 같다.

- ① 정부방침에 따라 직속기업의 경영을 강화하며, 석유정제·석유화학산업의 경제 및 관리제도를 개혁토록 한다.
- ② 석유정제·석유화학산업에 있어서 생산·건설·국내판매·수출등을 정부가 제시하는 계획만큼 달성토록 소속기업들을 재조직한다.
- ③ 大·中규모의 석유정제공장·석유화학 프로젝트의 설계시공을 수행하며 이를 관리한다.
- ④ 석유정제·석유화학에 관한 연구개발과 인사고

육훈련을 맡는다.

⑤ 소속기업의 외국과의 기술협력 및 경제협력을 관리하며 외국기업과의 합작사업을 관리지도한다.

⑥ 國務院의 위임을 받아, 국내의 석유정제·석유화학산업부문에 있어서 생산과 건설을 통일적으로 계획 수립하고, 주요방침과 정책을 책정하여(국무원 승인을 받아) 실시한다.

1985년 SINOPEC의 생산활동은 中國원유정제량 전체의 92.5%, 합성고무는 58.2%, 합성수지는 28%를 차지하고 있었다.

(기술면에서의 진보발전)

1970년대 중반이후, 中國정유산업에서 2차처리의 중심프로세스는 라이자형 FCC장치였다. 1985년 전국의 FCC설비능력은 3,334만톤에 달해 78년 대비 1.68배로 늘었다. 당시의 프로세스 개발은 촉매 재생의 효율화, 重質원료의 처리, 새로운 촉매의 개발, 에너지절약화 등에 집중되었다.

1978년에는 新疆위구르自治區의 우루마치 정유공장에 연간 60만톤짜리 중국최초의 라이자·고효율再生型 FCC설비가 완성되어 좋은 결과를 얻었다. 한편 국내의 重質원유자원을 효율적으로 이용하기 위해 1980년에 흑룡강省 牡丹정유공장의 소형 FCC 설비에 大慶원유 常壓殘油 32%를 혼합한 시운전을 한 바, 좋은 성과를 얻었다. 또 1982년에는 蘭州 정유공장의 30만톤규모 移動床 접촉분해설비가 60만톤규모의 울소프로형 라이자 FCC설비로 개조·증강되었다. 재생탑内에는 촉매냉각코일이 붙어서 殘油混合으로 운전되었다. 그 시기에 大慶원유 安慶원유 등의 殘油를 FCC설비에서 분해처리하는 것은 문제 없었으나, 勝利원유의 殘油는 아스팔트分, 금속분 같은 불순물이 많아서 직접 FCC 설비로 처리하기는 어려웠다. 그래서 殘油원료전처리용을 위해 2

〈표 4-8〉 원유수송량과 수송방식

(%)

年 次	原油輸送總量(만톤)	鐵 道	송 유 관	水 路	道 路
1955	9.9	0.0	0.0	0.0	100.0
1966	1,533.5	63.6	24.4	8.4	3.6
1975	10,437.7	32.7	44.8	22.5	0.0
1985	18,669.3	8.1	61.4	30.5	0.0

자료: 焦力人他「當代中國的石油工業」北京, 1988年

단법 溶劑脫瀝프로세스 개발에도 힘쓰게 된다.

접촉개질기술면에서는 고효성 二元금속촉매가 많은 장치에 채용되었다. 촉매보호를 위해 원로나프타의 水素化정제설비 도입이 잇따랐다. 1982년에는 中國최초로 水素化정제와 접촉개질프로세스를 조합한 새로운 설비가 浙江省 鎮海정유공장에 완성되었다. (연간 15만톤 규모)

中國의 정유공장에서 副生하는 輕質탄화수소는 연간 300만톤으로 그중 輕質가스가 180만톤, LPG는 120만톤이었다. 당시까지는 그 대부분이 공업용 및 민생용 연료로 소비되었다. 특히 LPG는 가솔린의 옥탄價 향상을 위한 알킬레이드 原料로 주목됨으로써 1984년까지 국산기술에 의한 硫酸法알킬레이션裝置가 4기 건설되었다. 알킬레이드의 생산량은 연간 15만톤 정도.

水素化분해기술면에서는 中壓水素化분해법이 개발되어 연간 40만톤짜리 새설비가 撫順石油三廠에서 완성되었다. 수소화정제 촉매 및 수소화분해 촉매는 모두 국산제품이 사용되었다.

[석유제품의 품질향상]

석유제품의 품질에도 많은 노력이 경주 되었다. 中型·大型정유공장에서는 딜레이드코킹 및 열분해 장치로부터 나오는 熱分解나프타를 안정시키기 위해 水素化정제설비가 도입되었다. 또한 전국정유공장에 23기의 가솔린洗淨裝置가 신설되었다. 1981년에는 山東省 勝利정유공장에 중국 최초로 국산기술에 의한 80만톤 규모 低壓輕油水素化정제장치가 완성된다. 휘발유의 옥탄價는 종래 RON66짜리가 대부분 이던 것이 이 기간에 RON70, 80, 85짜리로 품질 향상된다.

한편 윤활유에 대해서도 감압증류장치의 개조가

실시되었다. 아울러 溶劑脫瀝 및 脫瀝油정제법의 개발이 석유화학연구소를 중심으로 蘭州/上海정유공장, 撫順石油一廠, 大運石油五廠, 一坪化工廠, 茂名정유공장에서 추진되었다.

왁스에 대해서는 식품포장용으로서의 품질향상에 힘썼다. 국내개발에 성공한 연간 6만톤짜리 왁스 水素化정제장치(1호)가 1979년 大慶정유공장에 건설되었다. 이어서 1983년에는 北京 東方紅정유공장 및 撫順石油一廠에 同型장치가 완성되었다. 특히 수출용으로서의 품질강화를 위해 多環芳香族 제거에도 힘쓰게 되었다. 그리고 大慶정유공장과 撫順石油二廠에서는 딜레이드·코킹裝置에서 針狀코크스를 생산하는데에 성공한다.

[에너지 절약형으로의 改造]

1970년대 후반과 80년대 전반에 걸쳐서 에너지 절약형을 위한 노력이 전국규모로 행해졌다. 1978년에는 大慶/長嶺/上海정유공장이 선발되어 에너지소비 효율조사를 실시했다. 그 결과에너지소비의 80% 이상이 생산장치에 있는 바, 그중에서 常壓/減壓 증류장치와 FCC장치가 45%를 차지하는 것으로 나타났다. 그래서 上海정유공장은 상압증류장치를 에너지 절약형으로 개조한다.

상기조사를 바탕으로 1980년에는 대형 상압/감압 증류장치 11기 250만톤규모를 에너지 절약형으로 개조하며 다음 81년 82년에는 24기의 상압/감압 증류탑을 개조하였다.

이와 병행하여 FCC장치도 에너지 절약형으로 적극 개조된다. 주요 개조기술은 再生塔에서의 일산화탄소 완전연소와 효율적인 연소열除法에 의한 증기 발생回收였다. 1979년부터 85년 사이에 전국총수의 72%를 점하는 24기의 FCC장치가 절약형으로 개조

<표 4-9> 1978~85년의 정유산업지표

(단위 : 만톤)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
원유처리설비능력	9,311	9,386	9,867	9,913	9,968	10,750	10,615
원유처리량	7,146	7,538	7,147	7,207	7,757	8,179	8,450
휘발유, 등경유, 윤활유총생산량	3,538	3,502	3,380	3,362	3,692	3,813	4,024
석유제품수출량	242	458	486	553	539	610	661

자료 : 張万欣他 「當代中國的石油化學工業」 北京, 1988年

된다. 더욱이 재생탑排가스로부터 동력을 회수하는 연구가 진행되었다. 이는 국산기술에 의한 동력회수 장치 1호가 1978년 撫順石油二廠에, 제2호는 1979년 上海정유공장에 완성된다. 계속해서 山東省 濟南정유공장/大連石油七廠/蘭州정유공장 등 1985년까지 11기의 동력회수 장치가 완성된다.

그 외에도 熱分解장치/폐닐脫瀝장치/접촉개질장치/알킬레이션裝置 등에도 여러 정유공장에서 에너지 절약형 개조작업이 적극 추진되었다.

## 6. 제7차 5개년계획

1986년부터 3년간 中國정부의 개방정책에 의한 급격한 경제발전과 일반소비의 신장세는 정유산업에 큰 영향을 준다. 그것은 다음 두가지로 집약될 수 있다.

하나는 수소용연료의 수요가 향후에도 크게 증가한다는 예측이다. 여객 뿐만 아니라 물자수송도 폭발적으로 증가하여 철도수송은 한계를 넘어섬으로써 도로수송에 큰 비중이 오게 된다. 때문에 각도시 연결의 고속도로 건설공사가 급속추진된다. 아울러 도시교통/항공수송/水上수송의 확충도 강력추진된다. 따라서 휘발유와 아스팔트의 수요신장은 향후 5년 이내에 2배 가까이 될 것으로 예상되었다.

또 하나는, 제품수출을 포함한 석유화학제품의 급속신장이다. 에틸렌/프로필렌/벤젠/파라크실렌 등 석유화학용 원료의 공급설비 증강이 급속추진된다. 따라서 原料나프타와 輕油의 확보가 정유공장의 큰 과제로 등장한다.

이러한 변화에 대응하여 1986년 4월 석유정제·석유화학공업의 제7차 5개년계획이 발표되었다. ▲ 원유정제능력은 1990년까지 연간 1억 2,200만톤으로 확장하고 2차처리설비도 2,250만톤을 증강키로 하였다. ▲大型 에틸렌제조설비의 신설계획은 1990년까지 연간 170만톤규모로 높인다는 것이다. 동시에 ▲석유화학 하류부문의 설비증강도 계획되어 · 합성수지 125만톤 · 합성고무 10만톤 · 합성섬유 18만톤 규모의 생산설비확장을 추진함으로써 3대 석유화학제품 생산설비가 1990년까지 연간 270만톤으로 늘어나게 된다.

이러한 설비증강은 대부분 SINOPEC의 관할공장

에서 이루어진다. 계획을 대별하면 다음의 4가지 범주가 된다. 또한 이 계획의 목표는 輕質油제품의 수율을 63%로 올리고 LPG유효이용율도 50%로 높이는 것이다.

- ①重質油분해를 중심으로한차처리설비의 고도화
- ②輕質溜分の 유효이용 촉진
- ③제품품질의 향상
- ④석유화학제품의 생산확대

이 가운데 구체적 주요프로젝트는 다음과 같다.

▲정유공장 건설 - 연간 정제능력 500만톤의 河南省 洛陽정유공장, 300만톤규모의 江蘇省 揚子石油化工公司의 정유공장, 350만톤 규모 河北省 石家莊정유공장(復活계획) ▲기존 정유공장의 확대 - 上海/廣州/鎮海/長嶺 등의 정유공장

▲설비고도화 위한 설비신설 - 모두 47基로서 <표 4-10>과 같다. 즉 重質油분해장치 10基/輕質탄화수소 유효이용장치 27基/품질개선장치 10基이다.

▲殘油의 정제처리설비 신설 - 8基로서 주축이 되는 것은 殘油로부터 직접 휘발유, 輕油 등을 제조할 수 있는 FCC장치로서 7基를 차지한다. 遼寧省의 大連石油七廠과 山東省 濟南정유공장에는 중국기술에 의한 殘油 FCC장치가 신설되었다. 이들 장치는 河北省 石家莊정유공장에서 운전하던 FCC장치를 기반으로하여 개발한 기술이다. 나머지 5基는 美國 SWEC사의 殘油 FCC기술을 도입·활용한 것이다. 즉 湖北省 武漢정유공장과 浙江省 鎮海정유공장은 기존 FCC장치를 개조한 것이며, 江蘇省 南京정유공장, 湖南省의 長嶺정유공장, 廣東省의 廣州정유공장 등의 殘油 FCC장치는 신설된 것이다. 이들의 완공으로 中國은 세계최대의 殘油 FCC설비능력을 갖게 되었다.

▲알킬레이션裝置 신설 - FCC장치로부터 발생하는 C<sub>4</sub> 올레핀 溜分을 원료로 한, 휘발유의 옥탄價 개선목적의 알킬레이션 장치를 12基 신설한다.

모든 기술이 美國에서 도입되며 弗化水素法은 필립스·프로세스가, 硫酸法은 STRATCO프로세스가 채택된다. 신설 FCC장치에 비해 水素化분해장치 신설이 1基 밖에 없는 것이 특징적이다.

▲에틸렌 콤비나트 건설 - 연간 30만톤 규모의 대형 에틸렌 콤비나트가 3가지 계획되어 있다. 大慶石

油化工總廠의 에틸렌 콤비나트 제2기 공사/齊魯石油化工公司의 제1기공사/揚子石油化工公司의 제2기공사 등이다.

그 외에 제7차 5개년계획과는 별도로 國務院이 승인한 것은 上海(金山)石油化工總廠의 연간 30만톤 규모 에틸렌·콤비나트 제2기 공사로서, 이는 모노마裝置 일부를 제외하고는 1989년말 까지 완성하여 1990년에 운전개시한다.

〈표4-10〉 제7차 5개년계획의 설비고도화 프로젝트

基數

重質油分解 프로젝트	
水素化分解	1
流動接觸分解	8
딜레이드~코킹	1
輕質炭化水素有效利用 프로젝트	
가스분리	10
알킬레이션	12
MTBE	2
폴리프로필렌	3
製品品質改善 프로젝트	
接觸改質	1
水素化精製	5
潤滑油水素化精製	2
파라핀水素化精製	2

자료 : David Fridley, From Topper to Bottoms: A Survey of Chinese Refining. Honolulu, East-West Center, 1988 年

### (SINOPEC의 현황)

1983년에 설립된 SINOPEC는 89년초에 이르러 69개의 직속공장/設計院/연구소/학교 등으로 구성된 대규모기업으로 발전하였다. 설립후 가솔린·스탠드(주유소), 操油所(※ 석유판매소) 등 석유제품 유통판매부문도 추가되어 현재 종업원이 62만명에 달한다. 그중 기술자는 5만9,000명이다. 또한 ▲직속기관 69개 ▲정유공장 37개 ▲석유화학공장 21개 ▲합성고무공장 5개 ▲합성수지공장 8개 ▲합성섬유공장 15개 ▲합성비료공장 13개 ▲연구기관 및 엔지니어링기관 7개 ▲건설기업 4개 ▲교육기관 10개를 관장한다.

근래에는 석유정제 뿐만아니라 석유화학, 합성섬유 및 합성비료부문도 SINOPEC으로의 집약화가 강력추진되고 있다.

이들 기업 모두를 통일한 중앙집중형 경영을 함으로써 기업들간의 유기적 결합을 기해 보다 큰 효율을 목표할 수 있다는 것이다. 실제로 原油와 輕質탄화수소의 합리적 이용면에서는 그런 효과를 올리고 있다는 평가도 볼 수 있다. 뿐만 아니라 전체적인 경영과 기술개선 그리고 경제성 提高면에서도 어느정도 효과를 본다고 할 수 있다.

〈계속·金鍾七역〉

## ■ 근 간 ■

# The Petroleum Industry in Korea 1992

대한석유협회 홍보실