

◆ 特 輯 ◆

中國 電力事業 現況 및 삼협댐 건설 계획(I)

「본 자료는 지난 6月 25일부터 7月 5일까지 파견된 “중국 중전기기 수출촉진단”이 중국 국제무역촉진위원회 및 전력공업부 등을 방문, 입수한 자료를 정리한 것으로 2회에 걸쳐 게재합니다.」

1. 電氣事業 推進 現況

- 전기사업은 기본적으로 國有로서 電力工業部가 운영하며 일부는 外資와 合作 방식에 의한 발전소, 國內의 大企業에 의한 自家發電, 農村이 운영하는 小水力 발전소가 있음. 종래의 水利電力部の 電力部門과 石炭工業部 核(原子力) 工業部를 통합하여 1988년 6월 能源部가 발족(水利부문은 水利部로 독립)되었고, 그후 정부기구의 개혁에 의해 能源部가 해체되고 '93년 5월 電力工業部가 정식으로 설립됨.
- 그 이전인 93년 2월에는 전력체제 개혁의 일환으로 華北, 華東, 東北, 華中, 西北의 5대 電力網(Network)에 각각의 電力集團公司가 설립되었으며 이는 전력산업이 計劃經濟에서 社會主義 市場經濟로 전환하기 위한 巨步로서 의미가 있으며, 5대 電力集團公司의 설비용량과 연간 발전량은 全國의 70% 이상을 차지함.
- 華北電力網의 핵심조직으로 설립된 華北電力集團公司를 예로 들어보면, 긴밀한 관계에 있는 소속기업체는 河北省電力公司등 18개 企業體가 있고, 느슨한 관계가 있는 소속기업체로 內蒙古自治區 電力公司등 35개 企業體가 있으며 華北電力集團公司는 수도권에 전력을 공급하는 특별한 임무를 갖고 있음.

- 각 전력집단공사에는 매우 광범한 自主權이 인정되고 있고 특히 物資, 內部資金融通, 외국무역에 관한 권한이 주어져 있는데 즉, 集團의 핵심기업과 관련기업은 資金調達能力이 높고, 投資機能을 갖게 되어, 국가가 승인한 투자규모내에서의 債權發行, 株式發行, 外資利用, 은행차관등의 업무를 수행할 수 있음.
- 集團公司는 財務公司를 설립하여 集團내에 자금유통, 자금원 多元化등의 은행업무가 허용되며 국유재산의 運用權이 인정됨. 行政과 企業의 역할 분리를 추진하고 있음.
- 集團公司는 5대 電力網의 지속적인 노력, 적절한 관리로 경영효율과 노동생산성을 높이는 의무가 있으며, '95년경까지는 인원을 반으로 줄여 잉여 인력은 多角經營으로 흡수하게 되며 또한 점차적으로 株式制度로 바꾸고, 투자자 보호에도 힘을 기울여야 하게 되어 있음. 이와같이 集團公司는 市場經濟體制에 적응하여 自主權을 확대하고 自主經營, 損益自己負擔, 自主發展의 企業體로 됨.
- 한편 政府(電力工業部)는 기업의 Micro 활동에 대하여 직접 간여하지 않으나, Micro Control은 계속하여 政策의 立案, 計劃의 수립, 각종 행정서비스의 제공, 검사와 감독등의 권한을 갖게 되며 또한 中國電力 企業聯合會가 '88년 11월에 발족되었는데 非營利的인 社會經濟團體로서 주로 전국의 電力企業을 위하여 각종 서비스의 제공, 공익사업적인 업무수행, 정부와 기업과의 원활한 연계, 電力工業部의 관리사무 강화에 협력, 조사연구 활동의 전개, 政府의 자문에 응하고 건의하는 것을 임무로 하고 있음.

2. 電力需給

가. 供給

- 제8차 5개년 계획의 첫해인 '91년의 전국 발전량은 前年度보다 9% 증가된 6,775억kwh였으며, 이중 火力은 5,526억 5,000억 kwh로 전체의 81.6%, 水力은 1,248억 4,000만 kwh로 18.4%였고 이해의 국민총생산(GNP)성장율은 8.8%로 전력생산은 이와 비슷하게 증가한 실적을 보이고 있고, '92년의 발전량은 7,420억kwh로 GNP 성장율 12.8%보다 적은 9.5%가 증가하였음.

나. 需要

- '91년의 전국 전력소비량은 6,696억 8000만 kwh로 前年比 9.3% 증가하였고 용도별로는 工業 77.8%(重工業 61.8%, 輕工業 16.0%), 農業 6.9%, 交通 및 通信 1.7%, 市政과 商業 5.6%, 生活 7.9%로 되어 있음.
- 工業用이 여전이 많은 것은 변함이 없으나 최근 경향은 그 비율이 점점 떨어지고 있고 '87년 81.0%에서 91년에는 77.8%였으며, 工業중에서도 重工業이 低下되어 '87년의 64.5%가 '91년에 61.8%가 되었음.
- 한편 生活用電力은 87년 5.5%에서 91년 7.9%로 상승하였는데 생활수준이 높아지고 家庭電化의 진전에 의한 것임.

다. 需給均衡

- 91년의 GNP의 發展指數는 '80년을 100으로 한경우 253인데 대하여 發電量의 發展指數는 225가 되어, 전력생산의 發展 Tempo가 GNP의 發展템포에 따라가지 못하고 있으며 또한 '89~'91년의 전력생산 년평균증가율은 7.7%인데, 이 기간중 GNP년평균성장율은 8.8%이며 이사이 節電을 위한 기술 혁신이 어느정도 진전되었으나 전력 부족상태가 만 성화 되었음. '91년의 전력생산의 前년대비 증가율은 GNP성장율을 넘어섰으나, '92년에는 역전되는 등 電力需給은 기본적으로 완화되지 않고 있으며 잠재수요를 고려하면 '92년 당시 800~1000억 kwh(200만kw)가 부족했던 것으로 試算됨.

라. 課題와 對策

- 需給緩和策으로 電業開發의 촉진과 電力網의 확충이 필요하며, 이와 병행하여 節電, 에너지절약의 추진이 중요한 과제이며 정부는 지금까지 『節電強化를 위하여 지켜야 할 약간의 規定』등 몇가지의 指令과 條例를 공포하였으나 規制力의 부족등으로 에너지 절약의 효과가 충분하지 못함.

- '90년의 전국 火力發電의 kwh당 평균석탄소비량은 427g 표준탄으로 선진공업국의 수준에 비하면 100g이 많으며 연간 석탄화력발전량 5,000억kwh로 試算하면 연간 5,000만톤 표준탄(原炭으로 7,000만톤)을 더 소비하는 것이 됨.
- 또한 여러분야에서 전기의 낭비가 많은데, 비교적 돌출되어 있는 것은 送風機, 펌프, 照明用이며 각종의 송풍기와 펌프의 효율은 先進工業國에 비하여 20%정도 낮아 연간 300억kwh를 낭비하고 있고 照明用은 450억kwh를 소비하고 있음.

3. 電力設備

가. 電力設備

- '91년말의 발전설비용량은 1억 5,147만kw이며 이중 火力 1억 1,360만kw로 전체의 75%이며, 수력은 3,787만kw로 25%였고, '92년 말의 發電設備容量은 1억 6,000만kw에 달함. 100만kw이상의 대형화력발전소는 '91년말에 18개소이고, 60만kw이상은 건설중인 것을 포함하여 82개소이며 화력발전소의 연료는 88년도 실적으로 석탄이 전체의 6.8%, 석유 11.5%, 천연가스 9.7%임. 100만kw 이상의 대형수력발전소는 4개소이며 25만kw 이상은 건설중인 것을 합쳐서 41개소임.

나. 送變電設備

- 35kv이상의 송전선은 '91년말 합계 48만 2,077km에 달했고 이중 35KV 228,953km, 66kv 40,039km, 110kv 123,348km, 154kv 145km, 220kv 77,454km, 330kv 4,024km, 500kv 981km 임. 35kv 이상의 變電設備容量은 '91년말 합계 433,370MVA이며 이중 35~66kv 관련이 134,380MVA, 110kv 151,880MVA, 15KV 160MVA, 220KV 119,580MVA, 330KV 5,880MVA, 500kv가 21,409kVA 였음.

〈主要電力網 設備容量과 發電電力量〉

(1991年)

發電網	設備容量(만kW)		發電量(億KWh)		發電網	設備容量(만kW)		發電量(億KWh)	
	合計	水力(%)	合計	水力(%)		合計	水力(%)	合計	水力(%)
東 北	2,301.2	17.0	1,030.0	10.7	廣 西	274.6	52.1	318.4	32.3
華 北	1,883.5	4.6	971.6	1.4	四 川	700.5	32.5	318.4	32.3
華 東	2,375.7	10.6	1,187.9	5.7	雲 南	293.5	57.4	116.5	31.3
華 中	2,200.3	37.2	1,019.6	34.1	貴 州	219.8	41.6	103.3	32.1
西 北	940.5	47.0	458.0	34.3	海 南	62.6	29.8	13.8	38.5
山 東	906.4	0.5	493.5	0.1	신 장	214.1	23.5	78.3	18.8
福 建	323.8	49.4	135.6	34.7	티 벳	16.6	72.5	3.5	73.5
廣 東	893.6	24.1	379.0	12.7					

4. 電力網과 系統運用

가. 現況

○ 複數의 省에 걸쳐 있는 大電力網은 '91년말에 東北, 華北, 華東, 華中, 西北의 5개지구가 있으며 省單位의 地方電力網은 10개지역에 있고 이중에서 8개 電力網은 700만KW 이상의 設備容量을 保有하고 東北, 華中, 華東은 2,200만KW 이상, 華北은 1,800만KW이상으로 되어 있음. 山東은 940만KW에 육박되고 있고 각 전력망에서 채용되고 있는 電壓은 500/200/110/35/10KV 계열이고, 西北電力網은 330/220/110/35/10KV 계열임.

나. 장래 計劃

○ 發電에너지 資源의 주체는 石炭과 水力이며 수력자원의 90%는 西部지구에 있고, 石炭資源의 3분의2는 山西, 陝西, 內蒙古에 있고 한편 경제발달 지구는 東南의 沿海지구임. 필요한 전력은 500KV를 중심으로 西電東送(西쪽의 전기를 東쪽으로 송전), 北電南送의 형태가 되어야 하고 대형水力, 대형火力의 건설에 수반하여 550KV의 건설이 主流를 이루고 있음. ±500KV 線은 華中과 華東을 연결하여 운영되고 있음. 앞으로도 발전소의 준공에 따라 500KV급의 송전선로가 건설되어 각 地區간의 연계가 이루어질 것으로 전망됨.

○ 中國의 電力網은 많은 발전을 해왔고, 앞으로도 발전이 기대되고 있으나, 아직 전국 규모의 連系는 2000년 이후에나 이루어질 전망이다. 500KV 변전소 용량의 증가율은 '90년에 비하여 '91년은 3.8%가 증가되는데 그쳐, 같은 시기의 電力 增加率 7.9%보다 적게 증가되었고, 投資 증가등의 대책이 필요하고, 給電指令의 自動化등 기술혁신이 요구되고 있음.

다. 系統運用

- 主要基幹系統에서 500KV 송전선이 운전됨으로써 地方系統간의 연계가 강화되고, 송전 용량이 증가되어 계통운용의 質이 대폭 높아졌는데 이러한 500KV線은 계통운용에 대단히 중요한 역할을 하고 있으나 거의가 1회선으로 구성되어, 아직은 Network에 이르지 못하고 있어서 운용상의 문제가 많이 발생됨.
- 200kV 송전선이 계통의 基幹線으로 운전되게 되어 500KV 계통은 220KV 계통과의 電氣的인 루핑현상이 넓은 범위에서 발생되며 사고에 의해 500KV선이 트립되면, 이에 관련된 200KV선에서 확실히 課負荷가 되거나 負荷의 대부분을 감당할 수 없게됨. 특정의 都市에서는 수요증가가 급격해지고 있지만, 이에따른 500KV線의 건설이 이루어지지 못하고 있음.
- 基幹系統은 220KV에 그치기 때문에 回線의 송전선이 루프운용되어, 220KV線의 短絡電流를 증가시키고 있고 이 이상 계통의 大型化가 진행되면 차단기가 定格遮斷容量의 최대치를 넘게되는 위험이 있으며 周波數의 신뢰성에 영향을 줄 정도로 피크 負荷가 증대되는 한편, Peak用 공급력과 豫備力이 적기 때문에 전력계통의 사고가 장기화되어, 운용이 곤란하게 되는 위험성도 있음.
- 500KV 계통에서 더욱 필요한 것은 계통보호 Relay에 開發로서, 국산기술의 향상과 외국의 先進技術의 도입에 노력하고 있으나 선진적인 보호 Relay기술이 단기간에 개발, 채용되기 위하여 이를 운용하고 정비하는 인원의 훈련이 충분하게 되어야 함.
어떤 조사에 의하면 保護 Relay 誤動作의 원인으로 人員에 의한 것이 '89년은 전체의 36.8%, '87년에는 66.7%였다고 함.
- 또한 만성적인 전력부족을 완화하기 위하여 주요 系統에서 여러가지 負荷調整策이 취해졌고 主系統에서의 年負荷率은 '91년 실적으로 81.76~90.79%였으며 運用規定상의 周波數 系統偏差는 300만KV이상의 계통에서 $\pm 0.2\text{Hz}$, 전압의 허용편차는 35KV이상의 계통에서 $\pm 5\%$, 10KV 이하의 계통에서 $\pm 7\%$, 低壓電燈回路에 대해서는 $+5\sim -7\%$ 이며 모든 系統의 指示는 이러한 제한에 운용되고 있음. '91년의 전국 평균 송전손실율은 5.18%로, 주요 電力網(系統)별 손실율은 5.5~9.71%였음.

5. 電源開發 計劃

가. 기본방침

○ '91년부터 시작된 8차 5개년 계획과 2000년까지의 社會經濟發展 10개년 계획에서 '95년도의 발전량을 8,100억kWh, 설비용량을 1억8,000만kW 2000년도의 발전량을 1조 1,000억kWh 設備容量은 2억 4,000만kW로 전망하였는데 이는 GNP 성장을 6%를 전제로 한 것임.

그런데 92년 10월의 共産黨大會와 93년 全國人民代表大會에서는 2000년 까지의 GNP 성장율을 8~9%로 결정하였고 이에 대응하기 위하여 당연히 전력산업의 발전을 서둘러야 했으므로 정부는 '95년의 발전량을 9,200억kWh로 수정하였고 다른 목표도 개정작업을 서두르고 있음. 2000년의 設備容量은 GNP 성장율을 년평균 8%로 하여, 약 3억kW (발전량은 1조 5000억kWh)가 필요하다고 전력관계자는 보고 있음.

○ 3억kW를 달성하기 위하여는 '93년 이후 매년평균 2,200만kW로 준공시켜야 하며 이는 결설비를 kW당 3,500元으로 보면 매년 770억원 필요하게 됨. 2000년의 電源別發電量과 設備容量의 구성은 發電량이 石炭火力 71~73%, 石油火力이 3.5~4%, 水力이 20% 原子力이 3~3.5%로 예상되고 있고 設備容量은 石炭火力 63~63.5%, 石油火力 3.5~4%, 火力 30%, 原子力 2.5~3%가 됨.

나. 水火力 發電

○ 新規火力 建設은 모두 石炭으로서 石油는 채택하지 않고 기존의 석유도 점차 석탄으로 개조하는데, 이는 국내에서 대량으로 산출되는 석탄은 될 수 있는 한 소비하고, 석유는 석유화학원료와 수출용으로 활용하기 위한 것임.

○ 단위기용량은 주로 20만~30만kW를 채용하며 동시에 50만~60만kW도 새로이 제조하고, 2000년 경에는 60만kW로 보급시킬 계획이며 현재는 亞臨界壓이지만 장래는 超臨界壓을 도입하여 석탄소비량을 적게 할 계획이며 각 발전소의 설비용량은 120만~240만~360만kW로 대형화함. 환경문제에 유의하여 약 30%의 발전소에 탈황설비를 설치하고, 굴뚝의 높이를 210m~240m로 하며, 高效率 電氣集塵機도 설치함.

○수력발전은 쏘포장 水力 6억 7,600만kw중 개발 가능한 것은 3억7,800만kw로 3분의 2가 西南地區에 집중되어 있으며 한편 工業生産額의 70% 전후는 東部沿海지구가 차지하고 있어 電力의 흐름은 『西電東送』의 상황임. 水力發電의 개발중점은 개발조건이 좋은 黃河의 上流와 中流, 長江의 上·中·支流, 紅水河, 瀾滄江등에 위치해 있음.

○또한 석탄과 電力이 부족한 지구에는 工期가 짧은 中型水力을 건설하며 화력발전의 비율이 많고 電力網의 피크조정 능력이 약하며, 수력자원이 비교적 적은 地區에는 揚水發電所을 건설함.

특히, 華東, 華北, 東北, 廣東등의 電力網의 피크조정과 경제적 운용에 도움이 되는 것으로 제8차 및 제9차 5개년계획중에 신규로 착공하는 揚水發電所는 800만KW임. 또한 개발가능한 中·小水力資業은 약 1억kw에 달하는데 이를 적극적으로 개발하여 農村의 電力需要를 담당하여 지역경제개발에 공헌토록할 계획임.

다. 原子力 發電

① 현황

○'64년 10월의 원폭試驗과 그후의 수폭試驗등 核武品の 기술은 일찍 개발되었으나 原子力의 商業利用의 역사는 짧은데 中國 최초의 원자력 발전소는 浙江泰山原電(PWR형 30만 KW)으로 自主設計에 의해 '91년말에 試運轉, '92년 7월에 본격 운전에 들어갔고 또한 廣東 大亞灣原子力發電所는 廣東核電投資有限公司(75% 출자)와 香港 核電投資有限公司(25% 출자)와 합작하여 프랑스와 Framatome사로 부터 원자로를 영국의 GEC로부터 터빈을 도입하여, PWR 90만KW 2基中 1호기는 '94. 2. 26 준공했고, 2호기는 '94. 6 준공예정이나 앞당겨질 전망이다.

○년간 100억KWH를 발전하여 70%를 香港에 送電하고 30%는 廣東電力網에 導入하며 泰山 2基 工事로서 60만KW 2基를 제8차 5개년 계획기간중에 착공하도록 '91년 초에 결정되어 건설 중비중임. 또한 廣東 2期 工事로서 100만KW 2基(프랑스등과 교섭, 부지는 陽江일 유력)을 遼寧省에 100만KW 2基(러시아에서 도입예정, 부지는 瓦房店이 유력)

를 건설할 계획이 진행중에 있으며 모두 합쳐서 600만~700만KW 정도를 2000년 전후에 준공할 의향이나 建設資金이 조달이 어렵고, 외국과의 설비도입 교섭이 지연되어 계획은 다소 지연될 가능성이 있음.

② 장래의 전망

- 중국의 에너지 사정은 『西電東送』, 『北炭南送』 등으로 표현되는 바와 같이 送電, 輸送이 큰 장애가 되고 있고 전국 화물수송량에 차지하는 석탄의 비율은 50년대말에 25%에서 '80년 이후는 34%로 늘어나고 있으며 전문가의 예측에 의하면 2020년에 沿海地區의 석탄소비량은 약 16억톤이며, 경제발전에 따라 더욱 증가될 가능성도 있으나 석탄의 대부분은 山西, 內蒙古에서 운반하여야 하나 현재와 장래의 수송능력 ○100만KW의 화력발전소 석탄 소비량은 연간 300만톤(212만톤 標準炭)이나, 同一規格의 PWR원자력발전소는 180톤 정도의 천연우라늄만 쓰면 되므로 수송량이 대단히 적으며 또한 석탄소비량이 증대되면 환경오염이 문제되나 원자력은 안전하고 경제적인 청정에너지로 되어 있음. 소련의 체르노빌원전사고에 영향을 받아 중국은 原電의 건설과 운전이 『안전제일』, 『품질제일』을 지향하고 있으며 原電의 立地로서는 전력수요가 많은 沿海地區 특히 遼寧, 上海, 江蘇, 浙江, 福建, 廣東, 廣西의 7개 省 市에 우선적으로 건설하는 것이 좋다고 함.
- 前述한 건설계획 이외에 浙江省三門(100만KW 2基), 福建(60만KW 2基 또는 100만KW 2基), 江西(30만KW 2基), 海南島(30만KW 2基), 泰山三期(60만KW 2基) 등이 유력후보로 부상하고 있고 2020년에 전국의 원자력발전설비용량은 4,000만KW로 한다는 案이 검토되고 있음. 原子爐는 PWR을 기본으로 개발하고 있는데, 泰山 2基에서 채용되는 60만KW의 국산화를 실현하고, 大亞灣(90만KW)의 경험을 살려서 점차 대형 unit로 국산화할 방침임. 중국에서 우라늄자원이 그리 풍부하지 않아 21세기초에 우라늄 부족이 예상되기 때문에 次世代의 爐型으로 高速增殖爐를 개발함.