

중국의 전력시정을 알아본다

—중국 산업시찰을 마치고—

글/권용득 (대한전기기사협회 회장)

1. 국토의 개요

중화인민공화국은 남북으로 5,500km 동서로 5,200km 걸쳐 총면적 960만km²이며 소련, 캐나다 다음으로 큰 나라이다.

지형적으로는 우리나라와는 반대로 서쪽이 높고 동쪽이 낮은 평야지역이며 국토 전체의 7할을 차지하는 천산, 히말리아, 대홍안령 장백산(백두산)등 고원과 3할을 차지하는 평야는 동북, 화북, 장강의 하류 지역으로 황하, 장강, 흑룡강, 주강의 4대수계가 있다.

인구는 1988년을 기준으로 10억9,614만명, 1989년에 11억명을 넘었고 얼마 안가서 12억명이 돌파될 것으로 보아 안내자는 중국의 현재 인구는 약 12억이라고 소개했다.

그 인구 분포는 연해부에 치우쳐 있고 특히 대도시로 인구 유입이 빠른 속도로 진행되기 때문에 사회 문제로 되고 있다고 한다 <1표 참조>.

1949년의 신중국이 시작된 이래 이나라에서는 중증 정변이 일어나 그때마다 현저한 정책의 변화가 있었다. 1978년의 제11기 3중전회에서는 근대화 정책이 결정되어 「4개의 근대화」라는 슬로건을 기본으로 농업, 공업, 국방, 과학 기술의 근대화를 도모하는 것으로 개방정책이 채택되어 적극적으로 외자도입을 추진하였다.

이 근대화 정책추진에 의하여 중공업 중심으로 급속한 성장을 하였으며 1983년부터 1987년까지 5년간 GNP는 연평균 11.1%의 성장을 보였다.

그러나 이와같은 경제의 급성장에 의하여 물가의 인상, 에너지 원자재의 공급부족, 전력부족, 교통 통신의 압박 등 여러가지 사회문제가 새로 발생하였다.

이러한 사회문제를 배경으로 학생들이 중심이된 자유화운동 즉, 1989년 4월에서 6월 사이에 일어난 천안문 사태는 세계의 이목을 받기에 충분하였다. 현재는 안정을 찾았으나 이 영향으로 인해 앞으로 중국의 발전에 큰 영향을 줄것으로 생각된다.

그러나 안내자에 의하면 정부가 불가피하게 소수의 인명 피해로 전국민의 동요를 막고 민심을 수습한것을 다행한 일이라고 말했다. 그러나 이로인해 중국에 대한 외국의 투자 둔화와 협력의 후퇴 등을 엿볼 수가 있었다.

상해, 북경의 변화가에 우리나라의 금성, 삼성, 대우 가전 3사 간판이 여기 저기 있는것으로 볼때 우리나라와의 관계는 서울아시안게임과 서울올림픽, 북경아시안게임을 통하여 많은 국민이 상호 교류와 방문을 할수 있게 되었으며 민간차원의 무역 사무소를 개설하여 업무를 보고 있었으며 우리 협회에서도 주무부처인 동력자원부의 허가를 받아 중국 산업시찰

<표 1> 중국의 주요지표

구분	1983년	1984년	1985년	1986년	1987년
인구 (만명)	102,764	103,876	105,044	106,529	108,073
도시인구비율 (%)	23.5	31.9	36.6	41.4	46.6
사회총생산액 (억원)	11,125	13,166	16,588	19,060	23,083
공업총생산액 (억원)	6,461	7,617	9,717	11,194	13,613
	2,750	3,214	3,620	4,013	4,676
소비물가지수 (1950년=100)	155.6	160.6	174.1	184.5	198.0
에너지생산량 (만톤)	71,263	77,847	85,538	88,135	89,118

(주)7,000Kcal/kg, 표준탄, (자료) 중국통계년감.



▲ 장작유 북경 중형전기장 부소장의 안내로 공장시설을 견학하고 있다.

을 하게 된 것이다. 앞으로 이를 계기로 중국의 민간 단체와 협력체제를 이룩할 것을 기대하고 있다.

중국에도 우리 협회와 비슷한 전기공정사(電氣工程師)협회가 있으며 국가에서 인정한 기술자격 등급인 고급공정사, 중급공정사, 초급공정사로 구분되며 모든 기술자는 공정사라는 자격을 긍지를 갖고 있다. 그들은 명함에 선명하게 공정사를 명시하고 있었다.

2. 전력사정현황

1978년의 제 11기 3중전회에 의하여 중국은 정책의 변화를 통해서 종래는 직접적 콘트롤을 중심으로 하는 경제체제에서 간접적 콘트롤 중심으로 하는 경제체제로 변경하여 농촌 경제개혁과 대외개방정책을 추진하여 왔다. 그후 1989년 초기까지 국민경제는 크게 발전하여 왔다. 1979년에서 1986년 사이에 국민총생산액은 연평균 9.2%로 증가하고 공·농업 생산액은 동일하게 10.1%의 증가를 했다.

중국 정부는 1988년 4월에 능원부(동력자원부)를 신설하여 국가의 에너지 정책을 능원부에서 국가계획위원회 등과 기타 정부기관과 협의하여 결정하는

체제로 했다.

2000년에 있어서는 에너지 생산량은 1980년의 2배로, 그중에서 전력은 4배로 증가시킨다는 계획을 내놓고 있다.

1988년 에너지 생산실적은 표준탄(7,000kcal/kg)환산으로 9.5억톤이며, 에너지공급 구성비를 살펴보면 석탄 73%, 석유 21% 천연가스 2%, 수력4%이다. 이것을 2000년에는 석탄 63%, 석유 27%, 천연가스 3%, 수력과 원자력이 6% 정도로 할 계획이다.

현재도, 앞으로도 중국의 주요 에너지는 석탄을 중심으로한 에너지원이 될 것이다.

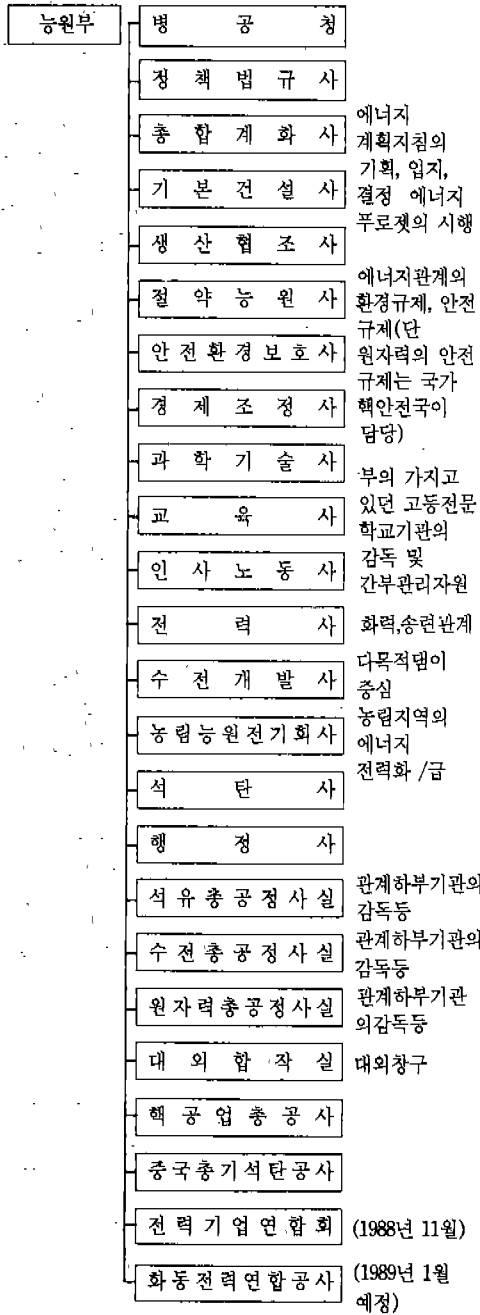
한편, 2000년에는 1차 에너지의 총 수요량이 15억 톤 표준탄으로 예상되는 것에 대하여 총공급량은 16억 톤을 예상하고 있기 때문에 그 정세는 아주 어렵다고 한다. 왜냐하면 최근 정세로 볼때 예상 이상으로 빠른 템포로 확대하는 경제중에서 에너지 공급이 수요를 따르지 못하고 특히, 전력부족이 심하기 때문이다.

전력에 대해서는 발전설비의 개발과 운용등에 의하여 우리나라와 같이 절전에 매우 노력을 하고 있으나 앞으로도 발전설비 개발과 에너지(전기)절약이 중요한 것으로 본다.

에너지 자원에 대해서 보면 석탄의 확인 매장량은 7,822억톤, 산서성, 내몽고 서부, 하남성 서부, 허서성, 영하성등의 석탄기지에서 개발이 추진되고 있었으며 1990년의 석탄실적은 약10억톤에 달하였다. 석유의 추정매장량은 640억톤으로 되어 있으나 확인 매장량

<표 2> 개발가능 포장수력

지 역	포장량 (만kW)	발전전력량 (억kWh)	비율(%)	비 고
서 남	23,234	13,050	67.8	
중 남	6,744	2,974	15.5	
서 북	4,194	1,950	9.9	
화 동	1,790	688	3.6	
동 북	1,199	384	2.0	
화 북	692	232	1.2	
계	37,853	19,233	100	



<그림 1> 에너지부 조직표

은 아주 작다.

1988년의 원유생산실적은 1억 3,700만톤이며 포장 수력은 6억 8,000만kWh로서 세계 제일이며 이중에서 개발 가능한 것은 3억 8,000만kWh이다.

그 내역은 <표 2>에 표시하였다.

개발가능한 수력발전소에서 생산한 전력이 연간 1조 9,200억 kWh로 추정되나, 1987년도 수력에 의한 연간 발전량은 1,002억 kWh이므로 현재는 그의 5.2%를 활용하고 있는 것에 불과하다. 우리나라 자원은 1,500만kWh의 원자력 발전소를 30년 운전할수 있는 매장량이 있다고 한다.

3. 전기설비의 형태

신중국이 탄생한 1949년 전력의 총설비용량은 185만kWh였다. 연간 발전량은 43억kWh이며 발전소는 대부분 연해지구와 소수의 대도시에 설치되어 있으며 넓은 내륙지에는 거의 전력공급이 되지 않았다. 그러나 그후 중국의 전력 설비는 급진적으로 건설되어 1988년에는 설비용량 1억 1,300만kWh,연간 발전량 5,430억kWh에 도달하였다. 연도별 발전설비와 연간 전력생산을 <표 3>에 표시하였고, 1949년과 비교하면 발전설비용량으로 61배, 연간 발전량으로 126배의 규모로 성장하였다.

전기사업은 기본적으로 국가에서 관리하고 있으며 1988년에 에너지부가 발족함으로써 종래의 수리 전력부, 석탄부, 석유부, 핵공업부가 통합되어 일관성 있는 효율적인 에너지 정책과 그 산업 부문의 생활화, 자립화를 목표로 하고 있다.

<그림 1>은 에너지부의 조직구성을 표시한다.

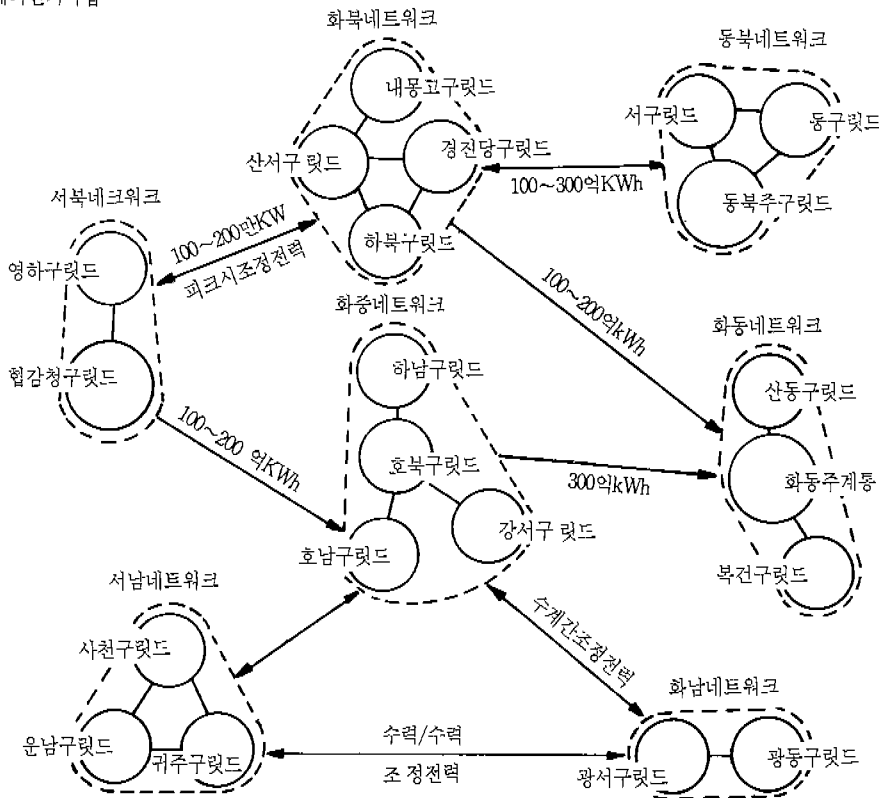
에너지부의 하부에는 지역마다 전업관리국이 있고 몇개의 성을 모아서 대규모 네트워크를 구성하여 운영하고 있다.

현재의 전업관리국(電業管理局)은 북동, 화동, 화중, 서남, 서북, 화남의 7개이다. 또 현재 아직도 이러한 대규모 네트워크에 포함되지 않고 성단위로 계통이 구성되어 있는 곳도 상당히 있으나 앞으로는 계통의 정비 확충에 의하여 전업관리국에 흡수되어 전

<표3> 설비용량과 발전전력량

년	설 비 용 량[만kW]			발 전 량[억kWh]		
	총용량	화력[%]	화력[%]	총발전량	화력[%]	수력[%]
1949	185	91.2	8.8	43	83.5	16.5
1960	1192	83.7	16.3	594	87.5	12.5
1970	2377	73.8	26.2	1159	82.4	17.6
1980	6587	69.2	30.8	3006	80.6	19.4
1983	7644	68.4	31.6	3514	75.4	24.6
1984	8012	68.0	32.0	3770	82.3	23.0
1985	8705	69.7	30.3	4107	77.5	22.5
1986	9382	70.6	29.4	4496	79.0	21.0
1987	11927	70.7	29.3	4960	79.8	20.2

(자료) 해외전기사업



<그림 2> 2000년대의 네트워크 예상도

국적인 네트워크가 형성되어 합리적인 운용을 할 계획일 것이다.

<그림 2>는 정부에서 구성 계획하고 있는 2000년에 있어서의 네트워크의 구성과 전력의 유통 계획 예상도이다.

발전소의 건설체계에는 6개의 방법으로 되어있다.

- ① 전업관리국이 시행하는것
- ② 성 정부, 특별시, 현등의 인민정부가 행하는것
- ③ 공장의 건설시에 그 자가발전용으로 건설하는것
- ④ 수리이용청이 농업용담과 합쳐서 건설하는것
(우리나라의 수자원 공사에서 건설하는 발전소)
- ⑤ 화농국제전력 개발공사가 행하는것
- ⑥ BOT 방식에 의한것

각각의 방법에 의하여 건설된 발전소는 지방의 소수력을 제외하고 전부 전업관리국 또는 성단위의 네트워크에 편입시켜 운영된다.

중국은 현재 급속하게 발전소의 건설을 추진하고 있으며 외국으로부터 자금보조, 기술협력을 받고 있다. 화농국제전력 개발공사는 그 업무를 위해 만든 조직이다.

또 BOT방식이라함은 외국자본이 건설(Build)하여 운영(Operate)함으로써 이윤을 올리고 투자의 회수를 행한후 이양(Transfer)한다는 것이다.

수력개발에서는 세계은행, 미국, 캐나다, 일본, 불란서 스위스 등에서 원조, 협력을 받고 있으며 화력, 원자력 발전소의 건설 및 기기의 도입, 운영에 대해서도 외국의 원조, 협력에 의존하는 것이 대단히 크다. 그러나 기기의 도입에 대해서는 수입품은 고가이기 때문에 국산화에 노력하고 있는것이 여력히 나타나고 있다.

이번 산업시설 견학업체인 북경공정국 산하 북경변전관리소를 방문하여 관계자로 부터 설명을 들었을때 변전관리소 건설을 1983년부터 착공하여 현재 운영하고 있지만 500KV급 변압기 1뱅크를 소련에서 도입하고 1뱅크는 국내에서 제작하였고 미국, 일본, 독일, 프랑스 등 10개국이 참여하여 준공하였다고 했다.



▲ 북경 중형전기장을 방문한 권응득 회장이 가창상 창장에 기념품을 전달하고 있다.

4. 전력수요

1987년도 전국 연간 발전 전력량은 4,73억KWH로서 전년비 10.6%로 증가하였다.

이중에 수력이 1,005억KWH(천체 20.2%)이며, 화력이 3,968억 KWH(79.8%)였다.

1983년 이후의 매년 증가율을 보면 7.3%, 8.9%, 9.5%, 10.6%의 현저한 증가를 보이고 있다. 그래서 1988년에는 5,430억KWH에 달하였다.

소비전력량은 1987년에는 4,235억KWH로서 전년비 11.5% 증가하였다. 이중에서 공업용이 3,070억KWH(중공업 2,452억KWH, 경공업 618KWH)로서 전체의 72.5%를 차지하고 있다. 농업용 580억LWH(13.7%), 교통, 운송용 51억KWH(1.2%), 시정, 생활용 534억 kWh(12.6%)였다.

1983년 이후의 매년 증가율을 보면 7.9%, 7.6% 9.0

%, 11.5%로서 발전전력량의 증가율을 상회하고 있다.

정부에서는 현재 발전소 건설에 대단히 주력하고 있으나 경제성장의 신장에 대응한 수요에 공급이 따라가지 못하고 전력부족에 매우 시달리고 있다. 그래서 관청빌딩, 호텔, 가정등에 계획 정전이 실시되어 공장에는 주 2일의 정전이 있다. 또 배전전압의 강화와 저주파수로 운용되고 있다.

1968년도 공급성장을 보면 수력 21%, 석탄 69%, 석유, 천연가스 9.2%로서 약 7할을 석탄화력에 의존하고 있다.

전력부족 원인의 하나로 석탄화력의 석탄공급이 잘되지 않는것을 들 수 있다. 탄광에서의 생산성의 문제, 철도에 의한 수송의 문제, 석탄기술에서 오는 품질의 문제 등을 개선할 필요가 있다고 한다.

<표 4>에 2000년까지의 수요안정을 보면 2000년의 전력수요는 1조 2,000억 kWh 정도에 달하는 것으로 되어 있다. 또 2015년에는 2조 9,000억 kWh 가 되는 것으로 예상된다.

5. 계통운영

대규모의 수력발전소나 화력발전소의 건설에 의하

여 송전선 발달로 종래 단독으로 운영되어 있던 소규모의 송전망이 차차 연계되어 지역적인 대규모의 네트워크가 형성되어 왔다.

현재의 주된 전력망은 동북, 화북, 화동, 화중, 서남, 서북, 화남 등 7개의 대규모 네트워크와 산둥, 복건, 운남 동북동부, 서장 등 6개의 성마다의 계통이 있다.

이주된 전력망에 포함되는 전력설비의 요량은 1987년의 시점에서 8,779만kWh이고 국가 전체의 85.3%를 차지한다.

<표 5>는 지역별 계통의 설비용량과 발전전력량, 피크 수요를 표시한 것이다. 또 <그림 3>은 계통의 범위와 발전전력량을 표시한 것이다. 이것에서도 명백한 것과 같이 화력과 수력의 구성은 지역에 따라서 크게 상이하고 화북에서는 거의 화력(화력 93.9%, 수력 0.1%)인 것에 대해 화중에서는 수력이 상당한 비중을 차지하고 있는것을 볼수있다.

전력망 계획은 동북과 화북을 50만V 송전으로 직결하고 화북과 서북은 ±50만V 직류송전으로 연결하고, 화중과 서남을 50만V, 화중과 화동은 ±50만V 직류송전, 화중과 화남 및 서남과 화남은 50만V로서 결선중이며 점차 전국을 연계할 것이라고 한다.

2000년 전후에는 이러한 전력망에 의하여 전력계

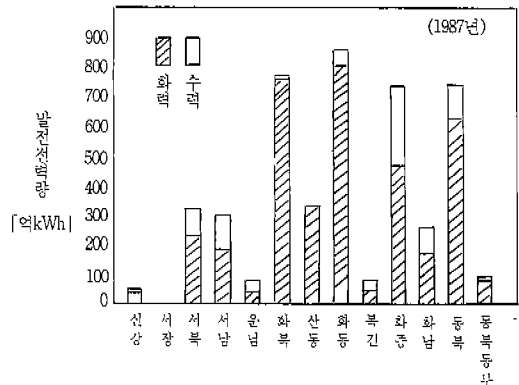
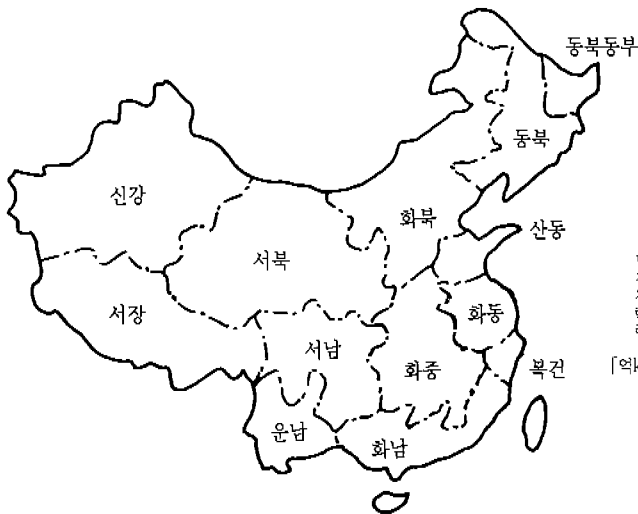
<표 4> 수요산정

구 분	시 나 리 오 I		시 나 리 오 II		시 나 리 오 III	
	발전전력량 [10만kWh]	발전설비 [만kW]	발전전력량 [10억kWh]	발전설비 [만kW]	발전전력량 [10억kWh]	발전설비 [만kW]
실적						
1980년	300.6	6587	300.6	6587	300.6	6587
1988년	545.1	11550	545.1	11550	545.1	11550
1990년	570.0	11500	530.0	11500	480.0	10540
상정						
1995년	770~800	16500~17500	750.0	16000	670.0	14000
2000년	1200~1300	25000~27000	1140.0	23000	900.0	18500
1980년~2000년 평균신장율	7.2%~7.5%	6.9%~7.3%	6.9%	6.45%	5.8%	5.9%

<표 5> 지역별 설비용량과 발전전력량

전력망	설비용량[만kW]			피그수요 [만kW]	발전전력량[억kWh]		
	총용량	수력[%]	화력[%]		총발전량	수력[%]	화력[%]
화 동	1544	13.8	86.2	1412	847	6.4	93.6
화 중	1473	41.4	58.6	1284	728	36.2	63.8
동 북	1432	20.7	79.3	1396	732	15.2	84.8
화 북	1311	6.1	93.9	1272	758	1.4	98.6
서 북	671	46.9	53.1	661	325	28.7	71.3
서 남	595	46.4	53.6	533	298	39.9	60.1
산 동	535	0.9	99.1	—	330	0.1	99.9
화 남	549	40.5	59.5	385	255	31.2	68.8
북 건	200	51.8	48.2	—	81	44.4	55.6
운 남	178	52.5	47.5	—	81	47.0	53.0
동 북 동부	143	10.4	89.6	—	88	6.9	93.3
신 탄	138	28.5	71.5	—	48	22.2	77.8
서 장	97	56.5	43.5	—	3	79.4	20.6

(자료) Electric Power Industry in China 1987-1988년



<그림 3> 지역별 발전량

통이 원활하게 되고 화북전력망은 300만KW에서 600만KW를 동북과 화북의 전력망에 송전이 가능할 것이다. 서북전력망은 화중을 통하여 화동에 200만 KW정도 통전한다. 서북과 화북의 전력망 간에는 피크시와 비피크시에 100만KW에서 200만KW의 상호 통전을 시행한다.

하중의 전력망은 기본적으로 자급자족이되나 한쪽에서는 서북전력망에서 수전하고 다른쪽에서는 화동 전력망에 증계한다.

북동의 전력망에서는 원자력 발전을 계획하고 있으나 부족분에 대해서는 화북, 화중의 전력망에서 수전한다. 서남과 화남의 전력망은 대체로 자급자족이 된다.

송배전 전압은 2종류가 있고 500/220/110/35/10KV와 330/220/110/35/10KV이다. 전자는 전국의 대부분 지역에서 사용되고 있고 후자는 서북지역에서 사용되고 있다.

이번 방문한 북경 변전관리소의 전압이 전자와 같이 500/220/110/10KV로 변압되는 것이다. 결국 배전 선로는 10KV로서 수용가에는 10KV 또는 380V, 220V가 공급된다.

6. 진행중의 개발계획

2000년까지의 장기계획에서는 발전설비용량을 2억 4,000만KW에 2015년까지는 5억 8,000만KW로 증가시킬 예정이다. 그 전원 구성은 수력 약30%, 화력60%에서 65%, 원자력이 3%에서 5%로 되어 있다. 1988년의 발전설비용량은 1억 300만KW로 되고 1년에 약 1,000만KW 증가하여 90년도에는 1억 2,000만KW가 되었다.

화력발전소의 제7차 5개년 계획(1986-1990)에서 착공수는 60개소 정도이다.

수력발전소의 개발은 황하상류, 장강의 상·중류등에 있으며 황하상류 계획 또는 건설에 있는 발전소의 설비용량은 1,300만KW로서 연간발전량은 500억 KWH이상될 것이다.

장강의 삼산대 지점에 위치한 곳은 프로젝트를 검토 결과 금년 5년건설은 유보키로 하였으나 건설이

실현되면 출력 1,700만KW의 세계 최대의 수력발전소가 될 것이다.

기타의 지점의 총발전설비용량은 856만KW 연간발전량은 421억KWH가 된다.

홍수하의 총발전설비용량은 1,200만KW, 연간발전량은 500억KWH가 된다.

또 중국에서는 소수력 발전소가 아주 많다. 여기서 소수력이라함은 2.5만KW이하(우리나라는 3,000KW 이하)의 것이며 지방의 농업진흥, 농촌전화에 중요한 역할을 하고 있다. 전국의 3,060개의 현중에서 970개의 현이 이러한 소수력 발전소만으로 전력수요를 꾸려나가고 있다. 1988년에는 전국에서 645개소의 소수력 발전소가 운전개시하고 그 총발전 설비용량은 70.8만KW이다.

원자력 발전소는 아직 운전중의 것은 없다. 그러나 2000년까지는 450만KW 정도를 계획하고 있다. 현재 건설중인 것은 진산 I 기 (PWR 30만KW), 대아만 (PWR 90만 KW×2)의 2개가 있고 1989년 말부터 1992년에 걸쳐 완성예정이다.

이외에 진산 II 기(60만KW×2), 진산 III 기(60만KW×2)의 계획이 있고 기타 몇개의 후보지점을 가지고 있다.

7. 맺음말

중국은 광활한 대지와 수많은 관광자원 수천년의 문화유산이 있는 곳으로 앞으로 관광개발, 에너지자원개발, 발전소건설 등으로 무한 발전할 수 있는 나라이다. 우리 전기 기술인들이 관심을 갖고 중국의 전기설비 및 시설투자중에 가까이 접하여 기술교류를 바라는 마음이다.

끝으로 중국 산업시찰을 위해 협조해 주신 서진항 공관계자와 중국국체여행사 김세훈 책임자, 처음부터 끝까지 우리단원 일행을 안내해 준 정재진씨, 북경공정국 주임 王金鼎(고급공정사), 북경변전관리소장이 하 직원, 북경중형전기창 창장 柯昌棠(고급공정사), 부창장 張作儒(고급공정사), 이하 직원께 감사사를 드린다. ☺