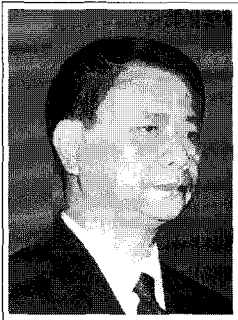


특 · 별 · 강 · 연

중국의 원자력 개발을 위한 기회와 과제

양 치 (Yang Qi)

중국핵능행업협회(CNEA) 부회장



“

중국의 원자력 개발은 새로운 시대에 진입하였으며 커다란 기회와 동시에 과제에 직면하고 있다. 우리는 이러한 과제를 해결하기 위해 최선의 노력을 다할 것이며, 조율과 감독의 강화뿐만 아니라 대규모 생산에 주목할 것이다. 또한 우리는 원자력의 순조로운 개발을 위한 건설 시스템을 최적화할 것이다. 이러한 것을 통해서만 우리는 긍정적이고 안정적이며 규율적인 방법으로 원자력 개발을 실현시킬 수 있다.

”

세계적으로 기후 변화와 기초 에너지소비 증가에 대한 우려가 증가함에 따라 화석 연료는 더 이상 이러한 문제점을 해결해 줄 수가 없게 되었다. 따라서 경제 개발을 증진시키기 위해 깨끗하고 재생 가능한 에너지를 개발하는 것이 국제 사회의 공통된 요구 사항이 되었다.

기후 변화에 관한 UN 정상회의 개최식에서 중국의 후진타오 총리는 “우리 중국은 재생 가능 에너지와 원자력 에너지를 적극 개발해 나갈 것”이라고 선언하였다. 우리는 1차 에너지 소비에 있어서 비화석 연료의 비율을 2020년까지 약 15%로 늘리도록 노력할 것이다.

확실히 오늘날 원자력 개발은 보기 드문 역사적인 기회를 맞이하고 있으며 중국에 있어서도 원자력은 새로운 에너지원으로 부각되고 있다. 중국의 원자력 개발에 대해 소개하고자 한다.

원자력은 중국의 중요한 에너지원

에너지는 산업화와 현대화의 토대를 이루는 중요한 요소이다. 개혁과 개방 이후 중국의 에너지 산업 개발은 전례 없는 성공을 이루었다.

1978년부터 2007년까지 에너지 소비는 4배가 증가되었다. 2008년에 중국의 1차 에너지 생산과 소비는 각각 285억톤과 260톤에 달했다. 중국은 세계 제1의 에너지 생산국과 제2의 에너지 소비국가가 되었다.

중국의 에너지 공급 체계는 전력 생산을 위해 주로 사용되는 석탄을 비롯하여 천연가스, 신재생 에너지 등을 기반으로 하는 ‘믹스 시스템’으로 구성되었다.

2009년까지 중국의 전력 시설 용량은 0.8GW를 초과하였다. 13억의

많은 인구로 인해 중국에서의 1인당 에너지 소비량은 여전히 낮다. 2008년에 있어서 중국의 1인당 에너지 소비량은 세계 평균치인 3,060kWh보다 낮은 2,500kWh로서 미국의 1/6 수준이었다. 경제 발전에 따라 중국의 에너지 개발은 더욱 가속화될 것이다.

석탄은 중국의 전력 공급에 있어서 우위를 차지하고 있다. 에너지 구조는 현저하게 불안정한 상태를 이루고 있는 가운데 환경 보호와 수송 측면에 대한 고려가 더욱 가중되고 있다. 이러한 상황에서 우리는 깨끗하고 재생 가능한 에너지를 최대한도로 개발하여 에너지 구조를 최적화해야만 한다.

중국의 에너지 믹스에 있어서 석탄은 69%, 석유는 22.3%, 원자력은 겨우 0.8%를 구성하고 있다. 석탄과 천연가스를 포함한 기존의 화석 에너지는 에너지 믹스에 있어서 커다란 비율을 차지하고 있는 반면에, 신에너지는 매우 작은 비율을 나타내고 있다. 이것이 현재 중국의 에너지 상황이다.

중국의 에너지 개발 전략에 있어서 우선 순위는 석탄에 대한 의존도를 줄이고 온실가스 배출을 저감시키는 것이다. 중국의 후진타오 총리는 1차 에너지 소비에 있어서 비화석 연료의 비율을 2020년까지 약 15%에 달하도록 할 것임을 약속하였지만 정부의 에너지 당국이 9%를 제시한 것을 볼 때 이는 여전히 가야 할 길이 멀다는 것을 의미한다.

오늘날 화석 연료를 대체할 수 있는 유일한 청정 에너지로서 원자력은 중국을 포함하여 전 세계의 관심을 끌고 있다. 작년에 중국에서는 2개의 중요한 국제 회의가 개최되었다.

그중 하나는 「21세기에 있어서 원자력 개발」이라는 주제의 'IAEA 장관급 회의'였는데 동 회의에서는 3가지 합의 사항을 채택하였다.

첫째는 원자력은 에너지 안보의 보증과 기후 변화에 대한 대응 및 대기 오염을 줄이는데 유익하고, 둘째는 기저 부하 전력으로서 원자력은 21세기에 있어서 지속적인 에너지 개발을 위해 중요한 역할을 할 수 있고, 셋째는 원자력은 세계의 사회 개발을 위한 노력에 크게 기여할 것이라는 것이다.

또 하나의 중요한 국제 회의는 '제3차 세계원자력 파트너십(GNEP) 집행위원회 장관급 회의'였다. 동

회의의 공동 성명에서는 원자력은 기후 변화, 에너지 안보, 고용과 지속적인 경제 개발의 문제들을 해결할 수 있는 효과적인 방법임을 강조하였다.

중국의 원자력 발전 현황

중국의 원자력은 1980년대부터 시작되었다. 2007년까지 총 11기의 원자력발전소가 운전중이었으며 총 9.1GWe의 시설 용량을 나타내고 있다. 2008년에 있어서 11기의 원자력발전소에서 692억 2천만 kWh의 전력을 공급하였는데 이는 총발전량의 2%에 해당되며 또한 2,312만톤의 표준 석탄의 소비를 줄일 수 있는 수치이다.

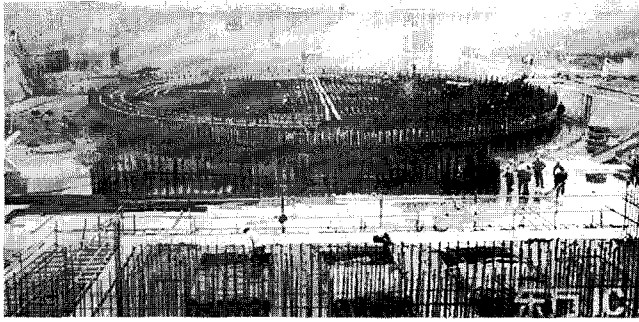
이들 원자력발전소의 성능 지표는 평균 이상으로 방사성폐기물량도 국가 기준보다 현저히 낮다. 사회 및 경제의 개발 결과로 인한 에너지 수요 증가에 따라 석탄에 비중을 둔 에너지 믹스는 새로운 요구 조건에 적합하지 않았다. 안전하고 깨끗하고 효율적인 에너지로서 원자력은 탁월한 성능으로 인해 최적의 에너지로 선택되었다.

우리가 1년에 100억 kWh의 전력을 생산한다면 원자력 발전은 40톤의 저농축 우라늄을 사용할 것이지만 석탄 화력 발전은 341만톤의 표준 석탄을 연료로서 소비할 것이다. 또한 석탄 화력은 상당한 양의 먼지와 함께 CO₂와 SO₂를 배출할 것이다.

핵연료가 높은 에너지 밀도와 편리한 수송 및 저장과 같은 여러 이점을 갖고 있음을 고려해 볼 때 원자력은 향후 20년 안에 중국의 전력 시장에서 중요한 부분을 차지할 것이다. 점점 많은 대기업들이 원자력 시장에 참여하고 있다. 원자력 개발 정책은 '적절한 개발'에서 '적극적 개발'로 변경되었다.

2006년도에 중국 정부는 「원자력 중장기개발계획」을 승인하였다. 이 계획에 따르면 운전중인 원자력발전소의 시설 용량은 2020년까지 40GW에 달할 것이다. 확실히 적극적 개발의 속도는 정해진 목표를 초과하였다. 현재까지 총 시설 용량 31.4GW의 원자력 건설이 승인되었다.

그러나 이러한 계획은 변경되었다. 정부 소관 부처에 따르면 2030년까지 시설 용량은 200GW에 달할 것이



중국의 원전 건설 현장. 오늘날 원자력 개발은 보기 드문 역사적인 기회를 맞이하고 있다. 중국은 세계에서 원자력발전소를 가장 많이 건설하는 나라가 되었으며 세계 건설량의 약 40%를 차지하고 있다. 원자력이 새로운 저탄소 에너지로 간주되면서 중국의 산업 에너지 문제를 해결해 줄 수 있을 것으로 기대되고 있지만 중국은 품질과 비용 및 안전성을 보증하면서 종합적이고 조화롭고 지속적인 원자력 개발을 실현하기 위한 방법을 모색할 것이다.

며 8~10기의 원자력발전소가 매년 건설될 것이다.

중국의 원자력발전소는 모두 중국 북부 요령(Liao-ning)에서 남부 하이난(Hainan)성까지의 해안 지역에 위치하고 있다. 에너지 수요의 지속적인 증가와 에너지 구조 조정의 가속화로 인해 국내의 원자력발전소 건설은 개발계획안에 설정되었다.

호북(Hubei)성, 호남(Hunan)성, 강서(Jiangxi)성에서 원자력발전소 건설을 위한 사전 조사가 승인되었고, 또한 일부 도시들은 적극적으로 원자력발전소 건설을 준비하고 있다.

일괄적이고 대규모적인 원자력 발전은 원자력 설비 제조 산업의 기술 및 생산 능력을 향상시키기 위한 새로운 조건들을 제시하고 있으며 핵연료주기 산업의 급속한 발전, 원자력 전문가 양성, 독자적인 R&D 능력 강화 등을 추진하고 있다.

이러한 것들은 국내 수요를 확대하고 경제 발전을 지속시키는 데 있어서 긍정적인 역할을 할 것이다. 일괄적이고 대규모적인 생산의 특성은 세계 원자력 개발을 위한 중요한 요소이다.

중국의 원자력 개발을 위한 과제

오늘날 원자력 개발은 보기 드문 역사적인 기회를 맞이하고 있다. 중국은 세계에서 원자력발전소를 가장 많이 건설하는 나라가 되었으며 세계 건설량의 약 40%를 차지하고 있다.

종합 엔지니어링 기술, 강화된 품질 기준, 부속물의 생산 능력에 대한 요구 조건들로 인해 원자력 개발을 위한 과제가 제시되고 있다.

원자력이 새로운 저탄소 에너지로 간주되면서 중

국의 산업 에너지 문제를 해결해 줄 수 있을 것으로 기대되고 있지만 중국은 품질과 비용 및 안전성을 보증하면서 종합적이고 조화롭고 지속적인 원자력 개발을 실현하기 위한 방법을 모색할 것이다.

중국은 다른 나라와 같이 원자력 개발에 있어서 다음과 같은 4가지 문제점에 직면하고 있다. 첫 번째는 안전성이다. 원자력은 그 안전성을 증명하였으나 지난 반세기에 있어서 발생되었던 몇 가지 사고로 인하여 사람들은 여전히 원자력에 대해 우려하고 있다. 안전성에 대한 대중 인식은 원자력 발전을 지속적으로 개발해 나가는 데 있어서 매우 중요하다.

두 번째는 핵확산의 위험이다. 원자력 기술은 이중 사용이 가능한 민감한 기술로서 개발과 비핵확산의 균형을 조절해 나가야 하는 문제점이 있다.

세 번째는 경제성이다. 다른 에너지들과 비교하여 경쟁력을 갖추는 것이 중요한 요소이다.

네 번째는 방사성폐기물의 처리이다. 고준위 폐기물의 장기 처분을 위한 안전하고 효율적인 방법을 모색하는 것이 기술적이고 사회적인 문제점이다.

그 외에 중국은 원자력 개발에 관한 일부 특별한 문제점을 갖고 있는데 주로 충분한 전문 인력의 확보를 비롯하여 핵연료와 우라늄 자원의 충족, 원자력 설비 제작의 국산화, 원자력 기술 자립 등이 포함된다.

원자력 개발 과제 대책

1. 안전성

전 세계적으로 원자력발전소는 지난 20년간 70%~90%의 이용률로 안전하게 꾸준히 가동되어 왔다. 일반적으로 PWR의 설계 수명은 30년이다. 특히 미국에 있어서 대용량 원자력발전소는 기술 혁신과 과학적 평가를 통해 60년까지 연장되는 것이 승인되었다. 이것은 원자력발전소의 안전성이 보증되었음을 의미하고 있다.

원자력의 안전성과 경제성을 지속적으로 향상시키기 위해 보다 많은 투자가 장려되었고 지난 20년간 「제3세대(Generation III)」 원자력 기술이 개발되어 왔다.

중국은 현재 저장(Zhejiang), 광둥(Guangdong), 산둥(Shandong)성에 각각 건설하고 있는 원자력발전소에 G III 프로젝트를 추진하고 있다.

원자력발전소의 안전성은 신형 설계 개념, 고품질의 엔지니어링, 신뢰할 수 있는 설비와 원자력발전소 건설 및 운영 요원의 안전문화에 달려 있다. 이들 가운데 엔지니어링과 설비의 품질은 중요한 요소이다.

그러므로 안전성을 보증하기 위해서는 관련 기관들과 사람들의 안전문화 의식을 증진시키기 위해 인력 양성과 품질 관리 시스템이 강화될 것이며 정착된 원자력 안전성과 품질 관리 체계를 확립하고 원자력 안전성을 위한 규제 체계를 향상시킬 것이다.

2. 경제성

중국의 6기 원자력발전소의 전력 구매 가격은 3.93~4.6 yuan/kWh으로서 탈황 석탄 연소 발전의 전력 구매 가격보다 저렴하거나 대등하다. 이러한 6기의 발전소들은 고부하율과 적절한 비용 조정으로 우수한 경제성을 나타내고 있다.

우리는 설계, 건설, 설비 제작, 기술 서비스에 주목함으로써 원자력발전소 건설에 있어서 표준화, 연속화, 전문화를 증진시킬 수 있다. 아마도 경제성 효율은 설계, 제작의 국산화, 건설과 운전의 비용 절감을 통해 더욱 향상될 수 있을 것이다.

3. 폐기물, 핵연료 공급과 우라늄 자원 확보

중국의 고체 방사성폐기물의 배출은 엄격하게 통제되고 있다. 액화 폐기물 gas와 기체 폐기물의 배출은 국가 기준보다 낮다.

40GW의 원자력 발전은 7,000톤 이상의 천연 우라늄을 필요로 한다. 필요한 요구 조건에 비해서 천연 우라늄 생산은 충분하지 못하다.

따라서 우리는 국내 우라늄 개발과 우라늄 채광 및 가공 작업을 강화해야만 한다. 또한 해외 시장뿐만 아니라 국내 시장도 최대한 이용해야 한다. 우리는 고속중식로(FBR)의 개발을 향상시키기 위한 연료 정책을 적용하고 있다.

이러한 방법으로 우리는 우라늄 자원 이용 효율을 증대시키고 지속적인 개발을 지원하고 핵연료 공급을 보장할 수 있다.

4. 설비 제조

설비의 품질과 비용은 개발과 경제 향상을 측정하는 중요한 요소이다. 주요 원자력 설비들은 원자로 용기, 증기발생기, 원자로 냉각재 펌프 등을 포함한다.

우리는 관리와 기술의 향상뿐만 아니라 주요 설비의 국산화와 독자적인 R&D 능력을 위해 노력하고 있다. 삼문(Sanmen)과 해염(Haiyan)원전 프로젝트와 같은 AP1000의 국산화 과정은 가속되고 있다. GH+의 주요 설비 국산화 비율은 이미 80%를 넘어섰다.

5. 인력 양성과 핵비확산

인적 자원은 언제나 원자력 개발의 중요한 요소가 된다. 원자력의 급속한 발전은 복합적인 재능의 참여를 요구한다. 현재 교육 기관과 원자력 관련 회사 및 연구소 등은 다중 채널의 훈련 프로그램을 모색하고 있다.

원자력 인재 개발에 대한 관심이 커지고 있다. 원자력의 발전과 인적 자원 발달의 확대와 함께 문제점들은 해결될 것이다.

중국은 NPT하에서 모든 의무를 엄격하고 충실하게 준수해 왔으며 핵비확산을 보증하기 위한 법률 체계를 확립하였다.

중국의 원자력 개발은 새로운 시대에 진입하였으며 커다란 기회와 동시에 과제에 직면하고 있다. 우리는 이러한 과제를 해결하기 위해 최선의 노력을 다할 것이며, 조율과 감독의 강화뿐만 아니라 대규모 생산에 주목할 것이다. 또한 우리는 원자력의 순조로운 개발을 위한 건설 시스템을 최적화할 것이다.

이러한 것을 통해서만 우리는 긍정적이고 안정적인이며 규율적인 방법으로 원자력 개발을 실현시킬 수 있다. 