

# 중국 원전산업 발전 및 해외진출 정책

해외정보분석실 김정인(jikim15228@keei.re.kr)

- ▶ 중국은 2011년 3월 후쿠시마 원전사고 이후 신규 원전 프로젝트에 관한 승인을 일시 중단했었으나, 대기오염 대책으로 2012년 10월 원전 건설 재개, 2015년 2월 신규 원전 프로젝트 승인, 2016년 원전 확대 기조 설정을 통해 원전 건설 활성화를 추진하고 있음.
- ▶ 현재 중국 전원믹스에서 원전의 비율은 3.01%(2015년 기준)에 불과하나, 전세계 건설 중인 원전 67기 중 24기(35.8%)가 중국에서 건설되고 있는 등 중국 내 원전산업이 빠르게 확대되고 있음.
- ▶ 또한, 13.5계획(2016~2020년)을 통해 원자력발전 총 설비용량을 현재 약 30GW에서 2020년까지 58GW로 증대시키는 계획을 발표함에 따라 향후에도 원전 건설이 빠르게 확대될 것으로 예상됨.
- ▶ 이러한 상황에서 중국 원전기업들은 외국계기업과의 협력을 통해 독자적인 기술을 개발, 해외진출을 추진하고 있음. 또한, 중국 정부의 정책적 지원에 힘입어 파키스탄, 케냐, 영국, 루마니아, 아르헨티나, 브라질 등 6개국에서 원자력부문 해외진출 성과를 달성하였음.
- ▶ 한편, 향후 13.5계획에 따라 원전 건설이 확대되면 현재 해안지역에 국한된 원전건설은 곧 포화될 것으로 예상, 이에 내륙지역의 원전건설 필요성이 제기됨.

## 1. 중국 원전정책 기조 및 원전산업 현황

### ■ 중국의 원전정책

- 중국의 원전산업은 급격하게 증가하는 전력수요를 충당하기 위해 국무원이 1956년 ‘원자력의 평화적인 이용’을 추진하기로 결정한 이후 지속적으로 성장하여 왔으며, 후쿠시마 원전사고 발생(2011년)시까지 총 12기의 원자로를 보유·운영하는 규모로 발전하였음.
- 2011년 3월 후쿠시마 원전사고 이후 중국 정부는 원전 건설 및 새로운 원전 프로젝트에 관한 승인을 중단한 바 있으나, 2012년 10월 원전 건설을 재개하기로 결정하였음.
  - 국무원은 장쑤(江蘇)省 텐완(田灣) 원전 2단계 프로젝트를 승인하였으며(2012.12월), 랴오닝省 홍옌허(紅沿河)원전 2단계 프로젝트를 승인하였음(2015.2월).
- 특히, 2015년은 중국 원전산업이 일본 후쿠시마 원전사고 이후 실질적인 성장을 이룩한 전환점으로 기록되고 있음.
  - 2015년 말 기준, 전 세계에서 건설 중 인 신규원전(67기) 중 24기(35.8%)가 중국에서 건설 중에 있으며, 2015년 계통 연계된 전 세계 10기 원전 중 8기가 중국에서 이루어졌음(IAEA).

“중국은 후쿠시마 원전사고 이후 원전 건설 및 새로운 원전 프로젝트에 관한 승인을 중단하였다가 2012년 10월 원전 건설을 재개”

- 중국은 원전 건설 승인(8기) 및 신규 착공(6기)을 추진하였으며, 이는 후쿠시마 원전사고 이후 최대 규모의 설비 증설에 해당함.
- 특히, 신규 착공 원자로(6기) 중, 푸칭 5~6호기, 팡청강 3호기는 중국의 ‘화룡1호(華龍1號)’ 기술을 적용하였음.

※ 화룡1호(華龍1號, HPR1000): CGN(중국광핵집단)과 CNNC(중국핵공업집단) 양사가 30여 년간 공동으로 연구개발한 중국의 자체 3세대 원전기술로서, 높은 안전성과 짧은 건설기간 등이 장점임.

○ 중국 정부는 급격하게 증가하는 자국의 전력수요를 안정적으로 충족하는 한편, 석탄화력 중심의 전원구성으로 야기되는 대기환경 오염문제를 해결하기 위한 노력의 일환으로 원전 확대정책 기조를 설정하고 있음.

- 13.5계획(2016~2020년)기간 중 원전설비 용량을 현재 약 30GW에서 58GW로 증대시키는 계획을 발표하였음.

- 중국 정부는 최근 계속되는 스모그현상으로 청정에너지 비중 제고에 주력하고 있으며, 갈수록 심각해지는 대기오염은 중국의 원전 건설을 더욱 가속화시킬 것으로 전망되고 있음.

※ 중국은 2020년까지 1차에너지 소비에서 원자력, 재생에너지 등 비화석에너지 비중을 15%(2030년까지 20%)까지 확대할 계획임.

“중국은 대기오염 문제 극복을 위한 방안 중 하나로 원전 확대정책 기조 설정”

#### ■ 중국 원전산업 현황

○ 2015년 말 기준 중국의 총 발전설비 용량은 1,508백만kW 규모에 달하며, 이 중 화력발전 설비가 65.7%에 달하고 있음.

- 수력발전 설비 비중은 21.2%에 해당하며, 풍력발전 설비는 130백만kW 규모에 달함.

#### 〈 중국 전체 발전설비용량 및 발전원별 비중(2015년) 〉

	설비용량(백만kW)	비중(%)
전체 발전설비용량	1,508	100.0
그 중 수력	319	21.2
화력	990	65.7
원자력	26.1	1.7
풍력	130	8.6
기타	42.9	2.8

자료 : 中國電力企業聯合會

“2015년 중국 총 발전량에서 원전이 차지하는 비중은 3.01%에 불과”

○ 2015년 중국 전체 발전량(5조6,184억kWh)에서 화력발전과 수력발전 비중은 각각 74.9%, 17.7%에 달하며, 원자력 발전량은 1,690억kWh(전년대비 29.42% 증가)로 발전비중은 3.0% 수준에 해당하였음.)

- 2015년에 상업운영을 개시한 원자로는 6기로, 팡자산 2호기, 양장 2호기, 닝더 3호기, 흥옌허 3호기, 푸칭 2호기, 창장 1호기 등임.

○ 2016년 4월 말 현재 중국은 32기 원자로(총 30,808MW)를 운영 중임. 그 중 30기는 상업운영 중이고 2기는 시운전 중에 있음.

“2016.4월 기준 중국은 32기 원자로(총 용량 30,808MW)를 운영 중임.”

〈 중국 원전 운영 현황 〉

원자로명	모델	노형	용량(MW)	계통연계	위치
친산 1호기	CNP300	PWR	310	1991.12	저장성
친산 2-1호기	CNP600	PWR	650	2002.2	
친산 2-2호기	CNP600	PWR	650	2004.3	
친산 2-3호기	CNP600	PWR	660	2010.8	
친산 2-4호기	CNP600	PWR	660	2011.11	
친산 3-1호기	CANDU6	PHWR	728	2002.11	
친산 3-2호기	CANDU6	PHWR	728	2003.6	광둥성
다야완 1호기	M310	PWR	984	1993.8	
다야완 2호기	M310	PWR	984	1994.2	
링아오 1호기	M310	PWR	990	2002.2	
링아오 2호기	M310	PWR	990	2002.9	장쑤성
링아오 3호기	CPR1000	PWR	1,086	2010.7	
링아오 4호기	CPR1000	PWR	1,086	2011.5	푸젠성
톈완 1호기	VVER-1000	PWR	1,060	2006.5	
톈완 2호기	VVER-1000	PWR	1,060	2007.5	
닝더 1호기	CPR1000	PWR	1,089	2012.12	
닝더 2호기	CPR1000	PWR	1,089	2014.1	랴오닝성
닝더 3호기	CPR1000	PWR	1,089	2015.3	
닝더 4호기	CPR1000	PWR	1,089	2016.3	
흥옌허 1호기	CPR1000	PWR	1,119	2013.2	
흥옌허 2호기	CPR1000	PWR	1,119	2013.11	광둥성
흥옌허 3호기	CPR1000	PWR	1,119	2015.3	
흥옌허 4호기	CPR1000	PWR	1,119	2016.4	
양장 1호기	CPR1000	PWR	1,086	2013.12	푸젠성
양장 2호기	CPR1000	PWR	1,086	2015.3	
양장 3호기	CPR1000	PWR	1,086	2015.10	장시성
푸칭 1호기	CPR1000	PWR	1,089	2014.8	
푸칭 2호기	CPR1000	PWR	1,089	2015.8	광시
팡자산 1호기	CPR1000	PWR	1,089	2014.11	
팡자산 2호기	CPR1000	PWR	1,089	2015.1	
창장 1호기	CNP300	PWR	650	2015.11	
팡청강 1호기	CPR1000	PWR	1,086	2015.10	
<b>총 합계</b>	<b>32기</b>		<b>30,808</b>		

주 : 2016년 4월 30일 현재 닝더 4호기와 흥옌허 4호기를 제외한 30기는 상업 운영 중임.

자료 : 中國核能行業協會(2016.1월), PRIS

1) 중국원자력산업협회(中國核能行業協會), ‘2015년 1~12월 중국원전운영현황’ (2016.1.22)

“중국은 다양한  
모델의 원자로를  
개발·운영”

- 중국은 CNP300, CPR1000, CANDU6, M310, AES-91, AP1000, CAP1400, VVER1200 등 다양한 모델의 원자로를 개발·운영하고 있으며, 중국 내에서 중국형 표준 원자로 개발에 대한 요구가 제기되어 중국 3대 원전기업(CNNC, CGN, SNPTC)은 각각 중국형 표준 원자로를 개발하였음.
  - 중국 CGN과 CNNC는 프랑스 EPR을 토대로 각각 ACPR1000과 ACP1000을 독자적으로 개발하였으며, SNPTC(국가핵전기술공사)는 Westinghouse의 AP1000을 토대로 CAP1400을 개발하였음.
  - 또한, CGN과 CNNC 양사는 전략적 제휴를 통해 ‘화룡1호(華龍1號)’라는 원자로 모델을 개발하여 국내에서 건설하는 한편, 수출도 모색하고 있음.

## 2. 중국의 원전 해외진출 현황 및 계획

### ▣ 중국 원전의 해외진출 현황

- 중국은 원자로 설계부터 건설까지 모든 영역에서 자체기술을 보유하고 있으며, 원전기술을 수출할 수 있는 국가로 성장하였으며, 원자력부문 ‘저우추취(走出去, 해외진출) 전략’을 추진하고 있음.
  - 중국 3대 원전기업은 원전 건설, 핵연료 제조, 원자로 수출 등 다양한 분야에서 해외진출을 하고 있으며, 막대한 자본력을 바탕으로 건설자금을 차관으로 공여하는 수출 전략을 추진하고 있음.
- 최근 파키스탄, 케냐, 영국, 루마니아, 아르헨티나, 브라질, 체코 등 7개국에서 원자력부문 ‘저우추취(走出去, 해외진출) 전략’이 성과를 거둠.
  - CNNC는 파키스탄 Karachi 원전 2 및 3호기(2015.8월 착공)에 ‘화룡1호’ 기술을 도입하였으며, 설비용량 규모는 각각 1,100MW에 달함.
    - ※ 중국은 파키스탄(중국 최초의 원전수출 국가)에 이미 2기의 원자로 건설을 완료한 바 있으며, 이번에 건설을 시작한 Karachi 원전 2, 3호기와 Chashma 원전 3, 4호기를 포함해 총 4기의 원자로를 건설 중에 있음.
  - CGN과 케냐 에너지·석유부는 ‘케냐 원전 개발 협력에 관한 양해각서(MOU)’를 체결하였음(2015.9월).
    - 양국은 중국의 ‘화룡1호(華龍1號)’ 기술을 바탕으로 연구개발, 원전 건설 및 운영, 연료 공급, 핵폐기물 관리 등 분야에서 협력하기로 함.
  - CGN과 프랑스 EDF는 영국과 신규 원전건설 사업 투자 협정을 체결하였음(2015.10월). 본 협정에는 영국 Bradwell B 원전 건설 프로젝트에 ‘화룡1호(華龍1號)’ 기술을 적용하는 내용을 포함하고 있음.
    - 또한 CGN의 자회사 GNI을 중심으로 한 중국 컨소시엄과 EDF는 영국의

“중국은 최근  
6개국(파키스탄,  
케냐, 영국,  
루마니아,  
아르헨티나,  
브라질)에  
원자력부문 진출”

Hinkley Point C 원전 건설 프로젝트에 공동으로 참여하게 되었음.

- ※ GNI(General Nuclear International, 通用核能國際有限公司)는 중국 CGN이 영국 원전 건설 프로젝트를 추진하기 위해 2015년 10월 19일에 영국에 설립한 기업임.
- CGN과 루마니아 원자력공사(Nuclearelectrica)는 ‘체르나보다(Cernavoda) 원전 3, 4호기 건설을 위한 양해각서(MOU)’를 체결함(2015.11.9).
  - 양해각서(MOU)에는 체르나보다(Cernavoda) 원전 3, 4호기 건설의 재원조달, 건설, 운영, 해체 등의 내용이 포함되어 있음.
- CNNC와 아르헨티나 원자력발전공사(Nucleoeléctrica)는 아르헨티나에 총 1,750MW 급 2기의 원자력 발전소(IV Nuclear Plant, V Nuclear Plant)를 공동으로 건설하는 계약을 체결(2015.11월)하였으며, 그중 2번째 원전에 중국의 ‘화룽1호’ 기술을 도입할 예정임.
- CNNC는 브라질원자력공사(Eletronuclear), 브라질전력공사(Eletrobras)와 원자력분야 협력 양해각서(MOU)를 체결함(2015.11월).
  - 브라질은 전원 구성이 수력발전(72%) 및 화력발전(26%) 중심으로 이루어진 국가로 현재 원자로 2기를 상업 운영 중에 있으며, 원전 3호기 건설을 계획 중에 있음.
- CGN은 체코 에너지그룹과 ‘원자력에너지 및 재생에너지분야에 관한 포괄적 협력 양해각서(MOU)’를 체결함(2016.3월).
  - 체코는 2019년에 신규 원전 2기를 건설하고 2030년쯤 운영에 돌입할 계획임. 한국, 중국, 미국, 프랑스, 러시아 등 5개국의 기업이 경쟁 중에 있는 가운데 중국은 금번 MOU 체결로 최종 수주 낙찰 기대.
- 이 외에 CGN은 우크라이나, 태국, 베트남 등을 대상으로 원전수출에 의사를 표명하고 있으며, CNNC는 아르헨티나, 아프리카, SNPTC는 브라질, 터키에 관심을 보이고 있는 것으로 알려짐.
  - 중국 SNPTC와 미국 Westinghouse社 컨소시엄은 터키의 세 번째 원자력발전소 건설 수주에 성공할 가능성이 높은 것으로 알려지고 있음.
    - ※ 터키의 세 번째 원전건설 계획 규모는 총 4기(발전용량 5,000MW)이며, 사업 규모는 220~250억 달러로 예상됨.
  - 터키 前에너지부 장관은 지난 3월 중국을 방문해 가격, 기술, 안정성 측면에서 중국 원자력 업계의 역량을 높이 산다고 언급함.

“중국은 동남아, 아프리카 국가에서도 원전 진출에 관심”

#### ■ 원전기업들의 해외진출 확대 계획

- CGN은 동남아시아, 동유럽, 아프리카의 13개국으로 사업을 확장하여 2020년까지 매출의 15%를 해외에서 확보하겠다는 계획을 발표함.
  - ※ CGN은 2009년 해외사업개발팀을 구성하였으며, 카자흐스탄의 우라늄 거래

및 채굴 사업, 싱가포르, 호주, 미국, 유럽의 태양열 및 풍력 사업을 통해 2014년 총 매출의 10%를 해외에서 확보하였음.

- CNNC는 원자력부문 해외진출 전략의 일환으로 2030년까지 원자로 30기를 해외에서 수주할 구상을 가지고 있으며, 이미 아르헨티나, 브라질, 이집트, 사우디아라비아, 남아프리카공화국, 영국, 프랑스, 요르단, 아르메니아 등과 협력 협정을 체결했다고 밝힘.
- CGN과 CNNC는 ‘화룽1호’의 수출 촉진을 위해 공동으로 화룽국제핵전기기술유한공사(華龍國際核電技術有限公司)를 설립하는 협약을 체결함(2015.12.30).
  - 양사가 각각 50%의 지분을 보유하게 되며, 합작기업 설립으로 ‘화룽1호’의 해외진출 전략 추진이 더욱 활발해질 것으로 전망됨.

#### ■ 원전 해외진출에 대한 정부 지원 및 원전 경쟁력 요소

“중국 원자력부문  
해외진출  
배경에는 중국  
정부의 정책  
지원이 뒷받침”

- 중국의 원자력부문 ‘저우추취(走出去, 해외진출) 전략’이 큰 성과를 거둘 수 있었던 배경에는 중국 정부의 정책 지원이 크게 작용하였음.
  - 2013년에 국가에너지국(NEA)은 ‘원전 기업의 발전을 위한 협력 메커니즘 구축 방안’에 관한 통지를 발표해 원전 기업의 해외진출 방향을 제시하는 한편, 중국과 원전 수입 잠재국간의 주요 협력의제로 원전 관련사항을 설정하였음.
- 중국 정부는 2015년 5월 ‘설비제조 해외진출 활성화에 관한 지도 의견’을 마련하였고, 자원조달과 관련된 국가차원의 지원책을 마련하였으며, 연구개발 및 기술인력 양성 지원도 확대하고 있음.
- 현재 중국은 원전의 해외진출(저우추취, 走出去)을 전략적 목표로 삼고 있지만, 아직 자체 개발한 원전의 성공적인 건설 및 운영사례가 많지 않고, 원전 기술인력 부족이 해외진출의 장애요인으로 지적되고 있음.
  - 중국 3대 원전기업들은 각각 중국형 원자로 모델을 개발해 해외진출을 추진 중이나, 아직 서방 메이저 기업에 비해 건설 및 운영 경험이 부족하다고 지적받고 있음.
- 그러나 일부 국가들은 중국의 원전기술 도입 시, 발전단가 약 30% 저렴하고 중국 정부 저리자금으로 차관을 공여해주는 등 혜택을 제공하기 때문에 중국 원전을 환영하는 입장임.
  - SNPTC는 CAP1000의 발전단가가 1kWh당 0.4위안(0.06달러)으로 평균 원전 발전단가보다 저렴하다고 밝힘.
  - 2015년 11월 중국 CNNC는 아르헨티나 원자력발전공사(Nucleoeléctrica)와 60억 달러 규모의 원전 건설 계약을 체결하였고, 중국이 재원의 85%를 6.5% 미만의 이율로 지원하기로 하였음.

### 3. 중국의 원전산업 발전계획

#### ▣ 원전 설비용량 확대 계획

- 중국 정부는 13.5계획(2016~2020년)을 통해 원자력발전 총 설비용량을 현재 약 30GW에서 2020년까지 58GW로 증대시키는 계획을 발표하였음(2016.3월).
  - 13.5계획의 원전 설비용량 증대 목표에 따라 현재 진행 중인 3세대 원자로 건설 사업의 목표달성 시기를 설정하고, 2020년까지 매년 5~6기의 원자로를 건설할 계획임.
  - ※ 3세대 원자로: 중대형 사고가 발생했을 시에도 방사능이 원자로에서 배출되지 않도록 한 모델로, 1세대, 2세대 모델에 비해 안정성이 보강된 원자로를 의미함.
  - 중국은 현재 4기의 AP1000 모델(싼먼 1~2호기, 하이양 1~2호기)을 건설하고 있으며, 4기 모두 2017년 내 가동 개시를 목표로 하고 있음.
  - 화룽1호 기술은 푸칭 5~6호기, 광청강 3~4호기에 적용하고 있으며, 완공 목표 시기는 2020년임.
  - 스다오완 지역에서 2기의 CAP1000 원자로를 건설할 예정이며, 동 모델은 자국 내에서 공급 확대를 목표로 하고 있음.
- 중국 정부는 12.5계획(2011~2015년) 기간 후쿠시마 원전사고의 여파로 원전 건설 프로젝트 승인을 잠정 중단하는 입장을 취해왔으나, 13.5계획(2016~2020년) 기간에는 원전 건설승인을 확대할 방침임.
  - 또한, ‘일대일로(一帶一路) 전략’에 따라 2030년까지 약 60개국과 공동으로 원자력발전소를 건설할 구상을 가지고 있음.

“중국 정부는 13.5계획 기간 동안 원전 건설승인을 확대할 방침이며, 우리나라의 안정적인 공급을 도모”

#### ▣ 우라늄 비축 확대 및 사용후 핵연료 처리 계획

- 중국은 원전 건설 확대 방침에 따라 우라늄의 안정적인 공급을 도모하고, 중국 내 우라늄 가격의 변동성을 줄이기 위해 우라늄 비축량을 증대할 계획임.
- 원전 설비용량 증대로 인해 2030년까지 약 23,500톤의 사용후 핵연료가 만들어 질 것으로 추산됨에 따라, 사용후 핵연료 처리 시설도 건설할 계획임.
  - 중국 정부는 13.5계획을 통해 5개의 핵폐기물 처리장과 1개의 핵폐기물 처리 연구센터를 건설할 계획이라고 밝힘.
  - 이를 위해 CNNC는 연간 800톤급의 사용후 핵연료를 처리할 수 있는 대규모의 재처리 공장 건설을 2020년에 시작할 계획임.
  - 이에 CNNC는 프랑스 원자력기업 Areva와 함께 재처리시설을 공동으로 건설하

는 계약을 체결하였음.

- 양 사는 800톤의 사용후 핵연료를 처리하고 3,000톤을 저장할 수 있는 시설을 2020년에 착공하여 2030년에 완공할 계획임.

#### ■ 원전부지 부족 문제

- 중국 내 원전 건설은 해안지역에만 국한되어 있는데, 향후 원전 건설이 확대될 경우, 해안지역은 포화상태가 될 것이며 이에 따라 내륙지역의 원전건설 필요성이 제기되고 있음.
  - 최근 몇 년간 후난(湖南), 후베이(湖北), 장시(江西) 등 3개 지방정부는 양회(전국인민대표대회, 전국인민정치협상회의)에서 조속한 내륙 원전 건설 프로젝트 추진을 건의하였음.
  - 후난省 정부는 2013년과 2014년 전국인민대표대회에 타오화강(桃花江) 내륙 원전 건설프로젝트 재개를 건의한 바 있으나 별다른 성과를 거두지 못하였음.
  - 그러나 중국 정부는 2011년 일본 후쿠시마 원전사고 이후 현재까지 내륙 지역의 원전건설 재개를 승인하지 않은 상태이며, 내륙 원전건설 허용 여부에 대하여 명확한 입장을 밝히지 않고 있음.
  - 2012년 중국 국무원 상무회의에서 12.5계획(2011~2015년) 기간 동안 내륙지역의 원전건설 프로젝트를 진행하지 않기로 결정하였음.

“현재 해안지역에 국한된 원전건설은 곧 포화될 것으로 예상, 이에 내륙지역의 원전건설 필요성 제기”

#### 참고문헌

- 에너지경제연구원, 「세계 에너지시장 인사이트」, 각 호  
 에너지경제연구원, 「세계 원전시장 인사이트」, 각 호  
 中国核能行业协会, “2015年1-12月全国核电运行情况”, 2016.1.23  
 中国核能行业协会, “2016年1-3月全国核电运行情况”, 2016.4.26  
 中国环保在线, 2015年中国核电投资加快进军海外市场, 2015.3.11  
 上海证券报, 核电十三五规划方案拟定 每年或开工5-6台机组, 2015.11.13  
 参考消息网, 中国加快核电站设备出口 欲进入60个国家, 2015.11.28  
 中商情报网, 中国核电站分布地图：从沿海深入内陆, 2016.1.29  
 中国核电网, 2015年的中国核电：取得历史性突破, 2016.2.3  
 东吴证券, 核电：“十三五”建设利好 核废料处理市场广阔, 2016.3.23  
 澎湃新闻, 聚焦“十三五”规划 图解未来五年中国核电走向, 2016.3.24  
 观察者网, 2015全球新增10座核电机组并网发电 中国就有8座, 2016.4.26

IAEA\_PRIS 홈페이지, [www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics](http://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics)