

중국 Liaoning성 신재생에너지 발전 현황과 전략

Strategic Development of Renewable Energy in Liaoning Province, China



Lin Weiji
중국 Liaoning성 에너지연구소 소장
lwj@linsnys.com



장 문 기
중국 Shenyang 농업대학 공학대학
농업건축환경과 에너지공학과
moon@syau.edu.cn

I. Liaoning성 신재생에너지 자원 현황

1.1 자연 개황

Liaoning성(Province)은 중국 동북지역 남부에 위치하고 있다. 지리적으로 동경 118° 53' ~ 125° 46', 북위 38° 43' ~ 43° 26' 사이에 있다. 남쪽으로 발해와 황해, 서남쪽으로 허베이성(Hebei Province)과 접해 있고, 서북쪽으로 내몽고자치주(Neimenggu)와 인접해 있고, 동북쪽으로 지린성(Jilin Province)과 접해있고, 동남쪽으로 압록강을 사이에 두고 북한과 서로 바라보고 있으며, 남쪽의 요동반도는 황해와 발해 사이로 향해 있고, 산둥반도와는 소빨 형상을 띠고 있다.

Liaoning성 육지 면적은 14,59km²로 중국 육지 면적

의 1.5%를 차지한다. 해역 면적은 15,02km², Liaoning성 인구는 4315만명이며, 모두 14개의 자치도시가 있다. Liaoning성은 중국 동북 경제구역과 발해 경제 구역의 중요 결합 지역이다. 자연 자원이 풍부하고, 산업 기지로 역사가 깊으며, 비교적 강한 경제활력과 높은 개발 잠재력을 가지고 있다.

1.2 신재생에너지 자원

1.2.1 풍력

Liaoning성 지형은 천산(千山)산맥이 동부를 관통하고, 연산(燕山)산맥이 서부를 덮고 있는 모양이고, 중부는 Liaohe평원이며, 자연적 통풍로의 형상을 띠고 있다. 그 통풍로의 북단은 Neimenggu 고원을 향해 있고,

남단은 발해와 접해있다. 겨울철 Neimenggu 고원의 차고 건조한 냉공기가 남하하고, 여름철 발해와 황해의 고온다습한 열기는 북상하며, 통풍로와 그 부근지역으로 일정한 풍속이 유지되어 풍력발전을 위한 비교적 이상적인 자연 환경을 제공한다.

중국 기상대 조사 측량 데이터에 의하면, Liaoning성 풍력에너지 자원 잠재량은 약 5400만kW이며, 이용가능한 풍력자원은 4860만kW이다(Guo Jun et al., 2008). 풍력자원이 풍부하거나 비교적 풍부한 면적은 전성 면적의 약 40%가 되며, 대형풍력발전지로 사용될 수 있다.

1.2.2 태양에너지

중국 태양에너지 자원 구역 계획에서 Liaoning성은 제3등급의 태양에너지 지역이며, 연평균일조율은 50%~70%이고, 각지역의 연평균일조량은 2000~3000시간, 연평균 총 복사는 5000~6000MJ/m²로 이것은 표준석탄 171~207kg/m²에 해당된다(YU Huashen et al., 2008).

1.2.3 바이오매스

Liaoning성의 바이오매스 자원은 연 2000만톤이며, 그 중 76%는 생활 연료로 직접 연소된다. 이 때 에너지 전환률은 겨우 약 12%에 불과하다. 잡목림의 면적은 300만헥타 이상이고 이 산림지역 잡목량은 231.75만톤로 표준석탄 132.33만톤에 해당된다. 전성에서 농촌 지역 농민과 가축 배설물 자원량은 1356.20만톤(건조무게)이다.

1.2.4 지열에너지

Liaoning성은 중국에서 지열자원만 보면 비교적 전망있는 지역이다. 지열 자원이 매우 풍부하고 그 보유량은 표준석탄 100억톤이상이며, Liaoning성 동부 산지역과 Liaoning성 서부지역에 좁고 긴 형태로 분포되어 있다. 전 성에서 66곳은 지열에너지로 이용가능지역이며, 그 중 10여 곳은 이미 대규모 개발하였다.

II. 요녕성 신재생에너지 자원 개발 현황

2.1 신재생에너지 개발 이용 현황

2.1.1 풍력발전 이용 급진전

Liaoning성은 1993년 전기를 생산하기 위하여 풍력발전기를 처음 건설하였으며, 2007년까지 전성에 설치된 풍력발전장치용량은 50여만kW이다. 이후 2009년 말까지 2년 동안 전성에 증가된 풍력발전장치용량이 173.3만kW으로 전국에서 두번째로 크다.

2.1.2 태양에너지 이용 전면 확면

현재 Liaoning성은 태양에너지 설비 생산기업과 영업소가 이미 120여개소가 있다. 전성에 보급된 태양열 온수기의 면적은 200만m²이다. 최근 들어 태양에너지 조명시설은 Liaoning성 여러 기업과 아파트 단지, 여행지 등에 응용하고 있다. Liaoning성 태양광발전산업 또한 매우 빠르게 발전하고 있다. Jinzhou시에 태양광 생산 기업의 초기계획 3.43km²이었으나, 현재 13.6km² 면적에 mono-crystalline silicon와 silicon slice, 태양 전지, 태양광 발전 관련 부속품들을 생산한다.

2.1.3 바이오매스 에너지 대규모화

현재까지 Liaoning성은 바이오가스 소화조(digester)를 중심으로 “1지3개(biogas technologies of three modifications (toilet, piggery, kitchen))”의 바이오가스 생산 시스템과 “4위1체의 바이오가스 종합시스템((four (piggery, greenhouse, toilet, digester) integrated in one system)” 등 농촌 가정용 바이오가스 생산 시설이 건설된 가구수는 46.7만호이다. 전성에 주방용 가스를 공급하기 위하여 설치된 가스화 장치 플랜트(gasification plant)는 252곳에 설치되어 있고, 중대규모(200~300m³)바이오가스 플랜트는 245곳에 설치되어 있다. 전성에서 에너지화 가능 가축류 분뇨량은 337.6만톤, 종합적으로 이용되고 있는 작물 줄기는 5.5만톤이며, 바이오가스 생산량은 1.4억m³이다.

2.1.4 지열에너지 이용 긍정적 진전

Liaoning성은 지난 세기Xinjin현(county) Anbo등 지역에서 지열자원을 탐사하는 큰 성과를 거두었다. 최근 들어 Dalian 및 Shenyang, Fuxin, Panjin등 지역에서 심층지열탐사가 이루어졌다. Shenyang시의 Shenbeixinqu지역에서 대면적의 지열자원을 가지고 있는 3개의 분지를 발견하였으며, 잠재저수량은 30억톤 이상이고, 관정 입구의 온도는 63℃에 이른다. 현재, Liaoning성 지열에너지 개발은 직접 이용 위주로 요양원 의료 서비스와 보건용이며, 온천목욕탕 및 수산 양식, 화훼재배, 제품 건조, 지열을 이용한 동절기 채난방 면으로 이용 발전되고 있다.

지열히트펌프는 지하 천층의 열을 에너지로 이용하기 위한 기술이다. 2006년 Liaoning성의 지열히트펌프 기술

은 국가에서 4개의 신재생에너지 응용 시험 지역중에 하나로 선정되었다. 심양(Shenyang)시는 동북지역에서 지열히트펌프기술을 제일 먼저 보급하였으며, 전성과 전국 중에서 비교적으로 선구적 시범지구가 되었다. 현재 Shenyang의 지열 히트 펌프 기술 응용 누계면적은 4300만 m²로 전국 지열 히트 펌프 기술 응용 면적의 50%이상을 차지하고 있다.

2.2 신재생에너지 기술 연구 현황

2.2.1 풍력 발전

풍력 발전 기술 연구 주기관은 Shenyang공업대학 풍력에너지기술연구소이다. 본 연구소의 풍력발전연구 개발은 20여년의 역사를 가지고 있고, 메가와트급 Variable Speed Constant Frequency wind turbine을 설계할 수 있는 한 기관이며, 0.3~20k We off grid wind turbine 및 30~1500k We grid wind turbine, 풍력발전기의 측정설비 및 계열 부품 등 20개의 종류를 이미 개발하였다. “15(2001~2005)계획”기간에 본 연구소는 “863” 기획 프로그램에서 메가와트급variable speed constant frequency wind turbine을 연구 시작, Liaoning성Xianren섬에 설치 성공하였고, 현재 발전하고 있다.

2.2.2 태양광 기술

태양광 기술 연구는 Shenyang공학대학 신에너지연구소센터에서 주로 연구한다. 이 센터는 태양광 기술 연구 및 개발, 설계, 제품화 기술, 생산 등 종합 능력을 가지고 있다. 2006년 이 센터는 Liaoning태양에너지 연구 응용 기업과 태양에너지 가로등 및 정원등, 내온조

명, 잔디등, 손전등, 태양에너지 경관차등의 계열제품과 공원등을 위한 전원, 모니터링을 위한 전원, 건물조명, 풍력과 태양광 하이브리드 가로등 등 태양광 응용시스템을 연구 개발하고 있다.

2.2.3 바이오매스 에너지 기술

바이오매스 기술 연구 개발 주 기관은 Shenyang농업대학과 Liaoning성에너지연구소이다. Shenyang농업대학은 중국에서 제일 먼저 농촌에너지 개발과 학과 전공을 설치한 학교이다. 현재 이 학과는 박사 배양와 석사 배양 권한을 가지고 있다. 유엔개발계획과 투자 프로젝트로 '중국 동북 한랭지역 종합에너지 시범기지' 연구를 수행하였다. Shenyang농업대학은 바이오매스 에너지 개발과 이용 연구 분야에 이미 중요한 성과를 거두었고, 그중에 농작물 사탕수수등 증고효율 에너지 종합 이용과 농림폐기물 고속 고온 열분해에 의한 바이오 오일 생산 기술등 국내에서 비교적 선구적인 업적을 가지고 있다.

Liaoning성에너지연구소는 Liaoning성에서 유일하게 신재생에너지만을 연구하고 있는 국가 전문 기관이다. 이 연구소는 다양한 바이오매스 에너지 개발 기술과 기술 플랫폼 장치, 중국 핵심 저널인《신재생에너지》편집 출판부를 가지고 있다. 독립 또는 공동으로 국제공동프로젝트와 국가기술공관프로젝트, 성급 과학기술과제 등을 수행하고, 중앙식 바이오매스 가스화장치 및 발전기술, 바이오매스 고체화연료 등의 많은 연구 성과를 가지고 있다.

III. Liaoning성 신재생에너지의 발전 전략

3.1 기본 방향

Liaoning성은 에너지 소비가 큰 지역이다. 총소비량은 전국 소비량의 6.7%를 차지한다. 에너지 수요 증가 폭 또한 크다. 2005년 대비 18%증가, 2006년 대비 30% 증가하였다. 에너지 공급과 수요사이의 불균형 정도도 심각하다. 에너지 대외 의존도는 50%이상이다(Yu Laifu et al., 2006).

Liaoning성 신재생에너지 발전 기본 방향은 (1)신재생에너지 발전 전략을 완전 이해하고, (2)신재생에너지 자원과 기술, 시장 발전 잠재성을 기초로 혁신과 재혁신을 통하여, (3)산학연 협력과 독자적 지적 재산권, 핵심 경쟁력 혁신 시스템을 구비한다. (4)정부의 지도와 시장 결합, 계획 지도, 정책 지원, 혁신 시스템 구축 방안에 따라 적극적 신재생에너지의 산업화 발전을 지향, 보급 할뿐만 아니라 상응되는 산업 체계를 점진적으로 구축한다.

3.2 발전목표

3.2.1 획기적인 기술 혁신

연구와 개발에 심혈을 기울이고, 기존의 기술 장점을 진일보 높이고, 생산단가를 낮추고, 국제 선진기술을 도입하여 국내 선도 핵심기술을 획득한다. 산학연 결합 및 자주적인 지적 재산권, 핵심 경쟁력이 있는 과학 기술 혁신 체계를 형성한다.

3.2.2 시범 성과 확대

태양에너지 설비와 건축의 일체화, 태양광발전과 도시 조명, 대중규모 풍력발전소 건설, 소형 가정용 풍력 발전, 농촌 바이오가스 이용 신모델, 농작물 줄기 이용 가스화 발전, 지열 종합 이용, 지열 히트 펌프등 성숙된 기술, 지하자원 상황과 결합하여 특색화된 건설 및 시범

기지를 구축하고, 신재생에너지 종합 이용 및 시범 도시를 건설한다.

3.2.3 산업화 체계 형성

기계 및 전자, 신재료 등 신재생에너지 장비 제조 기업, 일정규모의 제품 생산 및 설비 제조 능력 구축한다. 특정 지역과 도시 등 비교적 대규모 산업 클러스터를 만들어 산업의 우세를 형성한다. 동시에 기술 설계와 공사 시공 및 기술 서비스 체계를 포함하여 장비 제조업, 부품과 산업서비스 체계를 형성한다.

3.2.4 에너지 구조 최적화

기술 숙달과 풍력에너지, 바이오매스에너지, 태양에너지, 지열에너지기술 및 제품을 대규모 보급하고, 에너지소비구조에서 신재생에너지 비중을 제고한다. 신재생에너지는 에너지 구조를 조정, 최적화하여 에너지 신장 방식과 자원절약형 건설, 환경친화적 사회로 전환한다.

3.3 신재생에너지 발전 내용

3.3.1 성급 풍력발전 연구 개발 및 건설, 이용

풍력 발전 설비 국산화는 정부의 과학 기술 연구 프로그램에 포함되어 있다. 높은 수준으로의 풍력 발전 연구, 테스트 및 인증 기관을 건립하고, 국가급 중점 연구소 및 국립 풍력 발전 공학 기술 연구 센터를 건설하여 선도적 풍력 발전 기술을 구축한다. 기존의 풍력발전과 전력기업에서 풍력 발전 설비 제조 기업을 더 건설하게 하고, 풍력 발전 산업 기지를 형성한다. Liaoning성에 본사와 풍력 발전 건설에 대한 전국 전문 서비스팀을 설

립하고, 풍력 발전소 연구 및 계획, 설계, 시공, 운용, 유지등의 업무를 위해 시스템 일체화 서비스를 제공한다. 서쪽에서 동쪽의 Lioaxi 및 Liaobei지역에 건립된 풍력 발전소는 우리 성의 “기늘고 긴 풍력 발전지역”을 형성하고 있다. Sanddong 및 Chenjin, Hebei지역 등과 결합하여 풍력발전 성장을 이룬다.

3.3.2 태양에너지 R & D, 응용 강화

태양에너지 열 이용 및 태양광발전 R & D 센터 구축, 태양에너지 빌딩 일체화 기술, 열-전기 종합 이용을 개발한다. 태양에너지 광-열 기술과 태양광기술 사용을 적극적으로 촉진한다. 농촌과 작은 군단위 지역에서 가정용 태양열 온수기 및 태양열 주택, 태양열 cooker 사용을 촉진한다. 도시 지역에서 태양에너지와 빌딩 일체화 및 태양에너지 중앙온수 공급 공정을 확대, 보급하고, 태양에너지 이용 채난 및 냉방 공정을 건설한다. 농촌에서 가정용 태양광 발전 또는 소규모 발전소를 시범적으로 발전시킨다. 대중규모 도시에서 건축과 일체화된 지붕 태양에너지 뿐만 아니라 그리드 태양광 발전 시설을 건설하고, 동시에 도로 및 공원, 정지장 시설 조명에 태양광 전기에너지를 보급 확대한다.

3.3.3 바이오매스에너지 이용 규모화 촉진

바이오매스 고효율 연소 및 바이오매스 가스화 발전, 공업용 바이오가스, 바이오디젤 같은 R&D를 진행하고, 농촌지역의 시범과 보급에서 비교적 성숙된 바이오매스 이용 기술을 강화하여 바이오매스 현대 기술을 점진적으로 이용하여 전통적인 이용 방식을 대체한다. 바이오매스 에너지 산업을 크게 발전시키고, 새로운 농촌 건설을 추진한다. 바이오매스 에너지의 대규모 응용 혁

신을 위해 바이오매스 공업 응용을 강화한다.

3.3.4 지열 이용 표준화 강화

지열 자원 탐측 및 지열 자원, 지열 발전 계획을 강화하고, 새로운 지열 자원 개발 과학화하여 순차적으로 발전, 개발한다. 지열 난방 및 온수 기술, 지열 히트 펌프 기술을 중점으로 진흥하여 지열 산업을 적극적으로 개발한다. 농촌지역에서 지열 이용한 양식과 농업용 온실 재배 등 현대 농업을 적극 발전 이용하고, 조건이 되는 도시형 군단위에 지열자원을 건물 난방 및 냉방, 생활온수로 보급하며, 지열 온천 및 목욕탕, 건강관리, 레저 등 현대적 서비스 산업으로 발전시킨다.

참고문헌

- Guo Jun, Zhao Lianchen, Li Jixiang, et al. 2008. Analysis on the potential of greenhouse gas emission reduction in Liaoning Province. *Journal of Renewable Energy*, 26(4):109-112.
- Yu Huashen, LIN Na, Yu Yang. 2008. Solar energy resource distribution and regional division in Liaoning province. *Journal of Meteorology and Environment*, 24(2):18-22.
- Yu Laifu, Li Gang. 2006. Discussion on the New Energy for Power Generation in Liaoning Province. *Popular Utilization of Electricity* 26(4):17-18.

기획: 홍성구 편집부위원장 bb9@hknu.ac.kr