

2024년도
에너지기술개발사업
연구개발과제기획보고서

에너지산업고도화
프로그램
(ESS)

무단 전재 및 재배포 금지

한국에너지기술평가원의 허락 없이 본 문서를 온라인 사이트 등에 무단 게재, 전재하거나 유포할 수 없습니다.

제3자의 기획보고서 및 관련자료의 재활용 시 따를 수 있는 책임소재는 한국에너지기술평가원에 없음을 알려드립니다.

목 차

I . 동향분석	1
1. 개 요	
2. 산업·기술동향	
3. 특허동향	
4. 표준화동향	
5. 정부R&D 지원현황	
6. 시사점	
II . 기획대상연구개발과제 도출	9
1. 연구개발과제기획방향	
2. 개발위험 관리방안	
3. 기획연구개발과제 RFP/기술개요서	

1. 개요

□ 개념

- (ESS 빅데이터 기반 O&M 및 자산관리 기술) 기존 TBM(Time Based Maintenance) 또는 CBM(Condition Based Maintenance)의 주기적인 또는 온도 등 단순 상태 기반의 유지보수 전략을 벗어나, 구성기기의 신뢰도와 고장에 따른 위험도를 기반으로 하는 RCM(Reliability Centered Maintenance), RBM(Risk Based Maintenance) 기반 유지보수 전략 및 이를 위한 빅데이터 기반의 Asset Management 기술 고도화 전략 및 관련 인재 필요
- (이차전지 및 전력변환 장치) ESS 자산관리 기술은 이차전지와 전력 변환장치에 대한 기본적인 이해를 바탕으로 빅데이터 활용 및 자산관리 기술(수명, Health Index, Risk Matrix, Aset Investment Planning)에 대한 이해도가 필요



< 빅데이터 기반 ESS O&M 자산관리 개략도 >

- (자산관리 기술 정의 및 범위) Asset-intensive 기업에서의 자산관리 기술은 운영 자산의 데이터를 활용하여 교체 및 유지보수 전략을 최적화하는 일련의 프로세스를 말함
- (전력설비 자산관리) 전력설비의 자산관리 기술은 Run to Failure의 초기 모델에서 자산의 빅데이터를 활용하여 고장 예방을 위한 전략을 최적화하는 최신 모델로 발전, 전력설비의 중요도에 따라 RM(Reactive Management), TBM(Time Based Management), CBM(Condition Based Management), RBM(Risk Based Management)의 자산관리 시스템 종류 채택, 전력설비의 경우 설비의 고장이 막대한 생산 손실 및 인명 피해를 가져올 수 있어 높은 설비 신뢰성을 요구 받고 있으며 이에 따라 고장확률과 잔여 수명, 비용, 고장 영향 등을 종합적으로 고려한 Risk 기반의 유지보수 기술로 전환되고 있음

□ 주요이슈

- (에너지정책방향) 새정부 에너지정책 방향(산업부, '22.7)에서 에너지 저장시스템운영에 대한 인재양성 언급
- (전력수급기본계획) 제10차 전력수급 기본계획(산업부, '23.1)에서 에너지 저장시스템을 포함한 백업설비 26.3GW 확보를 위해 약 29~45조원의 신규 투자가 필요할 것으로 전망
 - 양질의 데이터가 빅데이터 기반 자산관리의 핵심으로, 에너지저장시스템 신규설비 설치와 함께 유지보수, 진단 및 상태평가를 위한 인력 필요
- (산업기술혁신사업) 2023 차세대 AC/DC 하이브리드 배전네트워크 기술개발 사업(산업기술혁신사업, 산업부, '22)으로 교류 및 직류 계통에 적합한 에너지 저장 기술의 필요성 증대
 - 에너지저장시스템에 대한 신뢰성 유지를 위한 유지보수 방법 및 빅 데이터를 기반으로 수명을 예측하고, 최적의 교체 및 리스크관리를 위한 자산관리 기술 필요
- (ESS 화재 사고) 최근 발생하는 국내의 ESS 발화 사고로 재생에너지 및

관련 산업에 대한 우려 증가

- ESS는 통합 제어, 보호 체계가 미흡하여 ESS 내의 배터리, BMS, PCS 등의 구성 요소들 간의 복합적 설계 미흡 사례 확인
- **(국내 ESS 화재 대책 마련)** 정부, 민간기업 등 다양한 주체에서 ESS 화재 문제를 해결하기 위한 대책 마련 중
 - 산업통상자원부는 'ESS 안전 강화 대책' 발표('22.5)
- **(분산에너지 활성화 특별법)** 분산에너지 특별법을 제정하여 재생에너지 계통 안정화 방안이 마련되었으며, 에너지저장시스템 O&M 인재양성은 재생에너지 계통 안정화 및 활성화를 위한 필수 과제
- **(에너지저장시스템 운영인력양성)** 이에, 자산관리는 물리적 성능 관리 및 설비 효율성, 경제성, 법적 규제 등을 고려하여 전력설비의 가치를 극대화시키는 활동으로 '26년부터 본격적으로 관련 산업이 성장할 것으로 예상되므로 에너지저장시스템 자산관리 전문인력을 양성하기 위해 서는 '24년부터 지원 필요

2. 산업·기술 동향

□ 해외 동향

- **(ESS 시장 규모 증가)** 탄소중립을 위한 신재생 에너지원 및 분산자원의 증가로 에너지 저장 장치(ESS)의 수요 및 필요성 증가
 - ESS용 배터리 시장은 2022년부터 2027년까지 연평균 복합 성장률 (CGAR) 35.38%로 성장 예상되며 시장 규모는 321억 9403만 달러 규모로 성장 예상*
 - * Battery Market for Energy Storage Systems (ESS) Market by Connectivity, Technology and Geography - Forecast and Analysis 2023-2027
- **(ESS 진단 기술)** 세계적으로 ESS 진단 기법에 대한 연구 수행중
 - ESS 시장 증가에 따라, 각 국가별 ESS 진단기법 연구 진행
 - * Qiu, Yishu, et al. "Fault diagnosis for lithium-ion battery energy storage

systems based on local outlier factor." Journal of Energy Storage 55 (2022): 105470.

- 미국 에너지부는 ESS 안전과 관련된 규정 'Energy Storage System Guide for Compliance with Safety Codes and Standards' 제공
- **(AEP)** AEP는 2013년 Asset Health Center를 구축하고 센서 및 모니터링 시스템을 통하여 데이터를 수집, 분석하여 자산 소유자 또는 관리자에게 필요한 정보를 제공하고 있으며 현재 ABB와 기술 제휴를 통해 데이터 수집 및 건전도 평가 수행 중임
- **(EPRI)** EPRI의 경우 미국 주요 전력회사의 데이터를 통합, 공유하기 위해 IDB(Industry Wide Transformer Database) 모듈을 개발하여 빅데이터 분석을 통해 전력용 변압기의 수명을 평가, 유지보수 및 교체 전략을 수립
- **(Hydro Quebec)** Hydro Quebec의 연구기관인 IREQ는 PLRP(Power Line Robotics Program)을 구축하였으며, 송변전 설비 운영에 위협이 되는 요소를 분석하여 수집해야 할 데이터를 정의, 빅데이터 분석을 통해 송변전 설비의 유지관리 의사결정을 함
- **(GE)** GE는 전력설비 전반에 걸쳐 자산 성능과 O&M 효율성을 최적화하는 Asset Performance Management 소프트웨어를 구축하여 서비스 중
- **(SIEMENS, HITACHI)** 해외 선진사의 경우, HVDC 설비의 전체 수명 주기에 대한 진단·자산관리 솔루션을 제공하고 있음

□ 국내 동향

- **(국내 기업 ESS기술력 확보)** 국내 업체 중에서 삼성 SDI는 2018년 말 기준 전 세계 50여 개국에 약 10GWh 이상의 ESS를 설치
- **(ESS 설치 의무화)** 최근 공공기관 대상 ESS 설치 의무화 진행
 - '에너지이용 합리화법' 제 8조 및 동법 시행령 제 15조에 근거하여 마련된 '공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정' 제 11조 제 5항에 의거, 공공기관은 전력피크 저감 등을 위해 계약전력

1000kW 이상의 건축물은 계약전력 5%이상 규모의 에너지저장시스템 (ESS) 설치 의무화 대상

- **(한국전력공사)** 한국전력공사는 전력설비의 자산관리를 위해 빅데이터 기반 전력설비 자산관리 시스템(AMS, Asset Management System)을 구축하고 있으며 해당 시스템은 전력설비 전 주기 빅데이터를 기반으로 고장확률과 고장 영향을 종합적으로 평가하고 교체 대상 우선순위를 도출, 효율적 투자 의사 결정을 지원하고 있음
- **(전기안전공사)** 전기안전공사는 빅데이터를 기반으로 전기설비 상태를 종합적으로 판단해 최적의 유지보수와 교체 시기를 알려주는 생애 주기 전기안전관리 시스템인 ‘전기설비 자산관리 통합 솔루션(Hera-Class, Health-index Electrical Risk Assessment Class)’를 개발하여 운영 중
- **(효성중공업)** 효성은 인터넷을 기반으로한 정보기술과 전력기기 운영기술이 융합된 차세대 전력기기 토탈 관리 솔루션으로 ARMOUR(Asset Remote Management system for Operational Utility’s Reliability)를 개발하여 서비스 중

3. 특허 동향

□ 해외 동향

- (ESS) 전력기자재 진단 및 자산관리 특허
 - (일본) 와이어, 전기 접점 또는 전자 시스템 측정을 위해 적외선 또는 광학장비로 온도 측정 수행 관련 특허
 - (중국) 빅 데이터 분석을 통해, 변압기, 케이블, GIS 를 모니터링하고 진단 수행 관련 특허

□ 국내 동향

- ESS 진단 특허
 - “인공지능(A.I)을 활용한 빅데이터 기반 ESS 안전진단 시스템”

- * 빅데이터 분석 및 기계학습을 통해 ESS 운영시 발생하는 높은 온도, 전압 불안정, 누설전류의 발생으로 인한 화재발생의 잠재적 위험도를 평가
- “ESS 전자잡음에 의한 사고방지 진단시스템 및 이를 이용한 진단 방법”
- * 전력변환장치 및 배터리 관리시스템으로부터 전달되는 데이터들을 종합하여 전자 잡음 형태 및 원인을 판별하여 사고 위치 및 유형을 판단

4. 표준화 동향

□ 해외 동향

- 고정형 및 구동장치를 위한 ESS, 이차전지의 설치,사용, 점검, 유지보수 및 폐기와 관련된 안전에 관한 요구사항 제공
- PV 시스템용 니켈-카드뮴 배터리에 대한 설치 및 유지보수에 대한 요구사항과 권장 사례를 제공
- Factory Mutual Insurance Company에서 정의한 ESS 손실 예방 권장 사항 문서로 리튬이온 배터리를 사용하는 ESS의 설계, 운영, 보호, 점검, 유지보수 및 시험에 관한 가이드 제공

□ 국내 동향

- 계통 연계형 ESS 시스템의 설계, 제조, 공급, 운용 및 유지보수에 관한 가이드라인 및 안전 요구사항을 규정
- **(한국산업안전보건공단)** 산업시설 내에서 ESS가 있는 시설의 설치와 설치 후 ESS 설비에서 발생 가능한 화재위험성을 제거 및 인접 설비에 영향을 주지않기 위한 설계 및 유지보수에 대한 기술지침 제시
- **(한국전기산업진흥회)** EESS 설치, 유지보수 및 안전관리 가이드 옥내 외에 설치되는 리튬이온 배터리 기반의 신재생연계, 피크제어용, 주파수 조정 및 비상발전 대체용 등 EESS의 설치, 운영 및 안전관리에 관한 가이드 제공

5. 정부R&D 지원현황 *

□ 투자 동향

- (탄소중립 인력양성 에너지 혁신 연구센터, '21.4) 에너지저장 기술 및 에너지 효율 향상 분야에 대한 기술 경쟁 우위확보와 에너지저장기술의 기술이전 및 상용화 기여를 통해 ESS용 이차전지 시스템 개발 및 시스템 운용기술 분야와의 융복합화 기술 개발 가능
- (차세대전지용 소재부품응용기술 혁신연구센터, '21.4) 산업체수요 맞춤형 혁신연구센터 교육프로그램을 이용한 고급인력 배출 및 학생들의 전문 지식의 수준향상을 통한 원천기술과 실용화기술 확보 기여
- (이차전지 핵심소재 중견기업 특화 인력양성, '22.7) 우수한 교육과정 구성/운영으로 교내 외 우수 인재 확보를 통한 이차전지 핵심소재 전문 인력 양성 효과 기대 및 산학연계 교육 강화를 통한 현장맞춤형 인재양성
- (이차전지(K-Battery), '22.7) 강국 입지 강화를 위한 핵심기술인력양성 융합교육 시스템 구축) 향후 글로벌 시장에서 이차전지 산업 분야에서 글로벌 경쟁력이 있는 인력을 지속적으로 양산함으로써 국가가 인재 공급 및 이차전지 산업의 글로벌 시장 진출 가능

□ 기술개발 현황

- (재생에너지/분산전원(ESS/EV)/에너지수요BTM 단위 모니터링 및 AI를 활용한 마이크로그리드 친환경 에너지 예측/예보 기술개발, '20.4) AI 전처리 엔진 탑재 빅데이터 통합관리 플랫폼을 통해 기존 마이크로그리드 관리시스템에 고가용성 및 고신뢰도를 제공, 빅데이터를 이용한 O&M 자산관리 운용기술인력 부족
- (2차전지 개발평가를 위한 AI 기반 사전 위험 이벤트 모니터링 시스템 개발, '20.7) 2차전지 개발 안전성 확보를 위한 위험 모니터링 시스템 구축을 통해 2차전지 제조사의 신뢰성 확보 및 평가 설비 업체의 글로벌 수출 마케팅, 해당 모니터링 시스템을 활용한 ESS O&M 자산관리 기술 개발 필요 및 고급기술 인력 부족

- (신재생 연계 ESS안전성 평가센터 구축사업 R&D, '22,1) 신재생과 ESS의 전주기 데이터 분석과 통합 운영 노하우가 적용된 효율적인 설계-시공-운영 가이드라인 제공, 그러나 ESS 자산관리 개념을 도입한 효율적인 자산 운용 기술인력 부족

6. 시사점

- (ESS) 2023 차세대 AC/DC 하이브리드 배전네트워크 기술개발 사업 (산업기술혁신사업, 산업부, '22)으로 교류 및 직류 계통에 적합한 에너지 저장 기술의 필요성 증대
 - 기존 설비 상태 모니터링을 통한 CBM(Condition based management)에서 RBM(Risk based management)으로 자산관리 개념이 전환되면서 리스크, 예산, 설비 성능을 동시에 고려할 기술 필요
 - 국내외 에너지저장시스템 시장의 급격한 확대에 따라, 에너지저장시스템 빅데이터 기반 O&M 및 자산관리 기술인력의 수요는 증가할 것으로 전망
 - '18년 상반기 국내 ESS 설치용량은 1.8GWh로 전년 대비 20배 이상 증가, 자산관리는 물리적 성능 관리 및 설비 효율성, 경제성, 법적 규제 등을 고려하여 전력설비 가치를 극대화시키는 활동으로 '26년부터 본격적으로 관련 산업이 성장할 것으로 예상되므로 에너지저장시스템 자산관리 전문인력을 양성하기 위해서 지원 필요
 - 정책적으로 제10차 전력수급 기본계획(산업부, '23.1)에서 에너지저장시스템을 포함한 백업설비 26.3GW 확보를 위해 약 29~45조원의 신규 투자가 필요할 것으로 전망되었으나, 에너지저장시스템의 빅데이터 기반의 진단, O&M 및 자산관리에 대한 기술 인력 부족
 - 에너지저장시스템의 운영, 유지보수 이력 데이터를 통한 통계 기반의 관리 가능

II.

기획대상연구개발과제 도출

1. 연구개발과제기획 방향

연구개발과제기획 기본방향

- 에너지인력양성 중장기전략 로드맵 반영

신규 예산 지원 계획안

(단위 : 억원)

구 분	원천기술	혁신제품형	계
지정공모			
품목지정	10		10
자유공모			
계	10		

기획대상연구개발과제 현황

연구개발과제(품목)명		연계 수요 (도출근거)
기획대상주제명	기획대상 연구개발과제(품목)명	
ESS 빅데이터 기반 O&M 및 자산관리 기술인력 양성	ESS 빅데이터 기반 O&M 및 자산관리 기술인력 양성	<input type="checkbox"/> 정부정책 <ul style="list-style-type: none"> ○ 한국판 그린뉴딜 정책으로 친환경·저탄소 등 그린 경제로의 전환 ○ 한국판 뉴딜 종합계획에서 '25년까지 국비 114.1조원 수준을 순차적으로 투입하여 新시장 창출과 후속 대규모 민간투자 유도 ○ 그린뉴딜 정책으로 '25년까지 총사업비73.4조원(국비42.7조원) 투자 및 일자리 65.9만개 창출 ○ 기후변화 대응 강화, 친환경 경제 구현을 위해 녹색 인프라(국비 121조), 신재생에너지(국비 24.3조), 녹색산업 육성(국비 6.3조) 등에 집중투자 ○ 정부는 제1차 국가 탄소중립녹색성장 기본계획('25~'42년)을 통해 국가 온실가스 감축목표('18년 대비 40%감축)달성을 위한 세부 이행 방안 발표 <input type="checkbox"/> 기술수요 연계성 <ul style="list-style-type: none"> ○ ESS는 그린뉴딜을 실천하기 위한 핵심 설비로 재생에너지 증가와 함께 중장기적으로 우리나라 전력망 유연성 확보를 위한 핵심 설비 ○ 전력수급기본계획에 따르면 국내에서 2036년까지

연구개발과제(품목)명		연계 수요 (도출근거)
기획대상주제명	기획대상 연구개발과제(품목)명	
		<p>지 20.85GW/125GWh ESS가 설치될 것으로 전망</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내를 비롯한 세계 ESS 시장의 상승세에 맞추어 <u>ESS 관리 및 O&M에 대한 기술인력 수요 증가 예상</u> ○ 로드맵 <ul style="list-style-type: none"> - (에너지인력양성 중장기전략('23.5)) ESS 빅데이터 기반 O&M 및 자산관리 기술인력 양성

2. 개발위험 관리방안

해당사항 없음

3. 기획연구개발과제 RFP / 기술개요서

[품목지정공모 (기술개요서)]

품목명 : ESS 빅데이터 기반 O&M 및 자산관리 기술인력 양성 12

'24년도 에너지기술개발사업 신규연구개발과제 기술개요서 (품목지정)

관리번호	2024-인력양성-산업고도화1	
연구개발과제유형	원천기술형(○)	혁신제품형()
		실증형()
연계/해당여부	표준화연계() 경쟁형과제() 공기업협력() 초고난도과제() 복수형과제() 안전관리형과제()	
품목명	ESS 빅데이터 기반 O&M 및 자산관리 기술인력 양성	
1. 지원필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ (기술적) ESS는 10년 이상 장기간 사용하는 고가 설비이므로 화재 등 사고 사전 예측이나 잔존수명 예측 등 운영과 유지보수가 중요해짐. <ul style="list-style-type: none"> - ESS의 운영, 유지보수 이력 데이터를 통한 통계 기반의 자산관리 필요 - 설비 상태 모니터링을 통한 CBM(Condition Based Management)에서 RBM(Risk Based Management)으로 자산관리 개념이 전환되면서 예상위험, 수익구조, 설비 성능을 동시에 고려하는 자산관리 기술인력 필요 ○ (산업적) 국내외 ESS 보급 시장의 급격한 확대에 따라, 에너지저장시스템 빅데이터 기반 O&M 및 자산관리 기술인력의 수요는 증가할 것으로 전망 <ul style="list-style-type: none"> - '22년말 현재 국내에는 2,700개소에서 10GWh 이상의 ESS가 재생에너지 연계, 피크저감 및 주파수조정 등 다양한 용도로 설치, 운영되고 있음. ESS 설비의 자산 관리는 물리적 성능 관리 및 설비 효율성, 경제성, 법적 규제 등을 고려하여 전력 설비의 가치를 극대화시키는 활동으로 관련 산업의 경쟁력 강화, 안정적인 운영, 운영자의 수익 확보 등을 위해 ESS 설비의 자산관리 중요성이 더욱 부각될 전망이다. ○ (정책적) 제10차 전력수급 기본계획(산업부, '23.1)에서 에너지저장시스템을 포함한 백업설비 26.3GW 확보를 위해 약 29~45조원의 신규 투자가 필요할 것으로 전망 되고 있어 향후 ESS 설비의 보급 확대가 예측되고 있으나, ESS의 빅데이터 기반 진단, O&M 및 자산관리에 대한 기술 인력 부족 ○ (에너지인력양성 중장기전략('23.5)) ESS 빅데이터 기반 O&M 및 자산관리 기술인력 양성 	
2. 품목정의	<ul style="list-style-type: none"> ○ (최종목표) <ul style="list-style-type: none"> - (인재상) ESS 설비의 안정적 운영과 경제적 유지보수 및 자산관리 기술 고도화를 위하여 운영 빅데이터를 분석, 활용하고 리스크 기반의 O&M 계획 및 자산관리 핵심기술 개발 역량을 가진 인재 ○ (교육 내용) <ul style="list-style-type: none"> - ESS 빅데이터 관리 및 활용 기술 교육 <ul style="list-style-type: none"> · (개요) ESS 설비에 대한 운영 데이터 수집, 저장, 분석, 처리 등을 위한 빅데이터 관리 기술인력 양성 · ESS 설비 상태 진단 및 이력 데이터에 대한 빅데이터 구축 설계 및 활용 기술 인력양성 - ESS 설비의 고장 사전진단 기술 교육 <ul style="list-style-type: none"> · (개요) ESS의 전지, 전력설비 등 주요기기별 상태진단 기술 인력양성 · ICT 기반의 에너지 변환 설비의 상태 진단 및 평가 시스템 기술 - Risk 기반의 ESS 설비 자산관리 기술 교육 <ul style="list-style-type: none"> · (개요) 빅데이터 기반 수명, 건전도, 위험도 분석 및 예방정비 계획수립 등 투자 최적화 기술인력 양성 · 구성 요소별 상태 평가 및 자산건전성지수(Asset Health Index) 모듈 개발 기술 인력양성 · ESS 상황별 위험도 및 CoF(Consequence of Failure) 평가모듈 개발 기술 인력양성 · 자산성능관리(Asset Performance Management) 및 자산투자계획(Asset Investment 	

