

Technical Article

배터리 인텔리전스의 다음 단계 구현



Wenjia Liu, vice president and general manager of battery management solutions, Texas Instruments



- 각 셀 내부에서 일어나는 현상에 대해 더 깊이 이해할수록, 더 안전하고 오래 지속되는 배터리를 만들 수 있습니다.
- EIS 엔진이 통합된 새로운 배터리 모니터는 400V 및 800V 배터리 시스템에서 조기 열 폭주 감지를 지원합니다.

그리드를 지원하든 전기 자동차(EV)에 전원을 공급하든, 오늘날의 배터리 시스템은 에너지를 안전하고 예측 가능한 방식으로 공급할 것으로 기대됩니다. 그리드 규모의 에너지 저장 시스템(ESS)은 수명이 20년까지 이어질 수 있지만, 그리드 조건이 변함에 따라 충전되고 방전되어야 합니다. EV 팩은 수년간의 주행, 충전 및 변화하는 온도 조건에서 안정성을 제공해야 합니다.

외부에서 보면 두 시스템이 모두 안정되어 보일 수 있습니다. 그러나 각 셀 내부에서는 전압, 전류 또는 온도 측정에서 어떤 변화가 나타나기 훨씬 전에 전기 화학적 변화가 시작될 수 있습니다.

EV 및 에너지 저장에서 배터리가 차지하는 역할이 커지면서 이러한 가시성 격차가 점점 더 중요해지고 있습니다. 외부에서 팩을 모니터링하는 것 외에도, 이제 배터리 관리 시스템이 각 셀 내부에서 발생하는 현상을 감지해야 합니다. 이러한 변화를 이해하려면 표면 수준 측정의 한계를 인식해야 합니다.

전압 및 온도 모니터링이 한계를 드러내는 이유

모든 배터리 관리 시스템은 전압, 전류 및 온도에 의존합니다. 이러한 측정은 필수적이지만, 주로 외부에서 셀을 판독하게 됩니다. 셀 내부의 안전, 노화 및 성능에 영향을 미치는 전기 화학적 변화는 완전히 파악할 수 없습니다.

또한 외부 센서는 선제적 수단이 아닌 반응적 수단일 뿐입니다. 셀 내부의 변화가 진행되어 표면에 도달한 후에만 센서가 전압, 전류 또는 온도 측정을 등록합니다. 그때쯤에는 시스템이 이미 반응 진행 중인 상태에 놓이게 됩니다.

이 격차는 셀이 열을 소모시킬 수 있는 것보다 더 빠르게 열을 생성하는 자체 발열 체인 반응인 열 폭주와 같은 안전이 중요한 이벤트 관점에서 가장 중요한 요소입니다. 열 폭주는 내부 전기 화학 이벤트로 시작하여, 외부 센서가 반응하기 전에 열을 발생시킬 수 있습니다. 시스템이 경고를 트리거할 시점에 이미 이 조건은 되돌릴 수 없는 상태에 근접할 수 있습니다.

레귤레이터가 반응하고 있습니다. 2026년 7월부터 중국의 Guobiao(GB) 38031 국가 EV 배터리 표준 업데이트에 따르면 배터리 팩은 열 폭주가 시작된 후 최소 두 시간의 화재 또는 폭발 방지 시간이 필요합니다. 많은 설계자들은 이 표준과 미래 요구 사항이 무엇을 요구할 것인지에 대해 우려합니다. 해답은 종래의 감지 기능을 대체하는 것이 아니라 셀 자체에 더 심층적인 가시성 층을 더하는 것입니다.



EIS가 모든 셀 내부를 보는 방식

전기 화학 임피던스 분광법(EIS)은 배터리 셀이 여러 주파수에서 작은 전기 신호에 어떻게 반응하는지를 분석하는 측정 기법입니다. EIS는 그 전기 신호를 적용하고 셀의 임피던스 반응을 분석함으로써 셀의 충전 상태, 양호 상태, 온도 및 열 폭주 위험의 초기 지표에 대한 심도 깊은 통찰력을 제공합니다. 이러한 경고 신호를 초기에 감지하는 것은 관리 가능한 유지관리 이벤트로 끝날 문제와, 안전을 저해하거나 작동을 중단하거나 시스템에 돌이킬 수 없는 손상을 초래할 수 있는 심각한 고장을 가르는 결정적인 차이입니다.

수십 년 동안, 이러한 종류의 측정에는 대개 전문적 실험 장비가 필요했습니다. 하지만 오늘날에는 추가 센서나 값비싼 재설계 없이 모든 셀에 이러한 기능을 구축할 수 있습니다.

전압, 전류 및 온도는 기본 사항으로 유지되지만 EIS는 보완적 사전 대응층을 추가하여 표면에 아직 나타나지 않은 변화를 감지합니다.

셀 수준 인텔리전스가 EV 및 ESS 설계에 미치는 영향

개별 셀의 내부 상태를 이해하면 배터리 관리는 셀 수준의 통찰력을 안전, 신뢰성 및 성능을 향상시키는 데 필요한 조치에 연결하는 더 광범위한 생태계의 일부가 됩니다.

예측형 배터리 관리를 향한 경로

종래의 배터리 관리 시스템은 오작동이 발생하면 이에 대응합니다. 시스템이 경고를 트리거할 시점에 이미 이 조건은 되돌릴 수 없는 상태에 근접할 수 있습니다. 반응형 모니터링에서 예측형 배터리 관리로의 전환은 배터리 시스템 설계에서 가장 중요한 변화 중 하나가 되고 있습니다.

EIS는 시스템이 시간 경과에 따라 추적할 수 있는 내부 전기 화학 데이터를 생성합니다. 해당 데이터에 대해 훈련된 머신 러닝 모델은 배터리 용량 감소 또는 열 위험을 선행하는 임피던스 패턴을 인식할 수 있어, 배터리 관리 시스템에 변화를 수동적으로 감지하는 대신 예측할 수 있는 기능을 부여합니다. 이러한 데이터는 더 완전한 배터리 프로필을 구축하여 성능 열화가 영향을 미치기 전에 이를 감지하여 시스템 수명을 연장하는 데 도움을 줍니다.

시간이 지남에 따라 이러한 배터리 프로필은 인공지능으로 강화된 배터리 시스템이 개별 측정값에 의존하는 방식을 벗어나, 배터리에 대한 더 포괄적인 이해를 확보하는 데 도움이 될 수 있습니다. 그런 다음 그 데이터를 더 나은 의사 결정, 더 빠른 조치, 더 안전하고 신뢰할 수 있는 시스템으로 전환하는 것이 우선 순위가 되겠습니다.

배터리 관리의 미래

배터리 사용이 확장됨에 따라 고전압 EV, 에너지 저장 시스템, 산업용 및 소비자 장치에서 더욱 심층적인 셀 수준의 인텔리전스가 점점 더 중요해질 것입니다. 업계에서는 문제가 발생하기 전에 셀 내부에서 일어나는 일에 대한 이해를 바탕으로 한 배터리 관리 수단이 필요합니다.

오작동이나 심각한 오류가 발생하기 전에 이를 유발하는 배터리 상태를 예측하는 것을 목표로 하여, 이러한 통찰력을 실용적이고 확장 가능하며 경제적인 기술로 구현하는 조직은 보다 안전하고 안정적인 차세대 배터리 시스템을 정의하는 데 도움이 될 것입니다.

추가 리소스

- EIS 기반 배터리 모니터링에 대한 자세한 내용은 기술 백서 ["전기 화학 임피던스 분광법을 통한 차세대 배터리 모니터링"](#)을 참조하십시오.
- [BQ79826Q1EVM-086 평가 모듈](#)을 주문하여 EIS 설계를 시작해 보십시오.

상표

모든 상표는 각 소유권자의 자산입니다.

중요 알림 및 고지 사항

TI는 기술 및 신뢰성 데이터(데이터시트 포함), 디자인 리소스(레퍼런스 디자인 포함), 애플리케이션 또는 기타 디자인 조언, 웹 도구, 안전 정보 및 기타 리소스를 "있는 그대로" 제공하며 상업성, 특정 목적 적합성 또는 제3자 지적 재산권 침해에 대한 묵시적 보증을 포함하여(그러나 이에 국한되지 않음) 모든 명시적 또는 묵시적으로 모든 보증을 부인합니다.

이러한 리소스는 TI 제품을 사용하는 숙련된 개발자에게 적합합니다. (1) 애플리케이션에 대해 적절한 TI 제품을 선택하고, (2) 애플리케이션을 설계, 검증, 테스트하고, (3) 애플리케이션이 해당 표준 및 기타 안전, 보안 또는 기타 요구 사항을 충족하도록 보장하는 것은 전적으로 귀하의 책임입니다.

이러한 리소스는 예고 없이 변경될 수 있습니다. TI는 리소스에 설명된 TI 제품을 사용하는 애플리케이션의 개발에만 이러한 리소스를 사용할 수 있는 권한을 부여합니다. 이러한 리소스의 기타 복제 및 표시는 금지됩니다. 다른 모든 TI 지적 재산권 또는 타사 지적 재산권에 대한 라이선스가 부여되지 않습니다. TI는 이러한 리소스의 사용으로 인해 발생하는 모든 청구, 손해, 비용, 손실 및 책임에 대해 책임을 지지 않으며 귀하는 TI와 그 대리인을 완전히 면책해야 합니다.

TI의 제품은 [TI의 판매 약관](#), [TI의 일반 품질 지침](#) 또는 [ti.com](https://www.ti.com) 이나 해당 TI 제품과 함께 제공되는 기타 조건의 적용을 받습니다. TI가 이러한 리소스를 제공한다고 해서 TI 제품에 대한 TI의 해당 보증 또는 보증 부인 정보가 확장 또는 기타의 방법으로 변경되지 않습니다. TI가 명시적으로 제품을 사용자 정의 또는 고객 정의용으로 지정하지 않는 한, TI 제품은 범용의 표준 카탈로그 장치입니다.

TI는 사용자가 제안할 수 있는 어떠한 추가적이거나 상이한 조건도 반대하며 이를 거부합니다.

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

최종 업데이트: 2025/10/25

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATASHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you fully indemnify TI and its representatives against any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#), [TI's General Quality Guidelines](#), or other applicable terms available either on ti.com or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products. Unless TI explicitly designates a product as custom or customer-specified, TI products are standard, catalog, general purpose devices.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may propose.

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

Last updated 10/2025