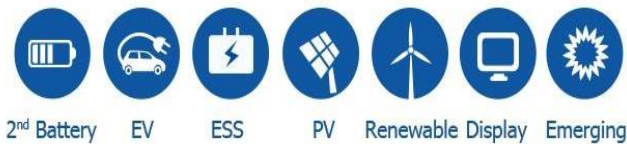


Think Energy and Environment

SNE Research



광저우 자동차(GAC) 전고체전지 개발현황

paul@sneresearch.com

GAC TECH DAY 2024

획기적인 혁신으로 자동차의 우수성을 재정의



2024년 4월 12일에 중국 · 광저우의 GAC Research Institute에서 개최된 「GAC TECH DAY 2024」

•**24.4.12:** GAC TECH DAY 2024가 중국 광저우의 GAC(광저우 자동차) 연구소에서 "새로운 비전으로 세상을 보세요"라는 주제로 개최. 이번 컨퍼런스에는 광둥성 및 광저우시 관련 지도자, GAC 그룹 회장 Zeng Qinghong, GAC 그룹 회장 Feng Xingya 등 약 260개 국내외 언론 매체와贵宾들이 참석.

•공개된 획기적인 기술: 26년까지 대량 생산 및 전달 예정

-**Garcia Intelligent Driving System:** 지도가 없는 순수 비전 기반의 선구적인 지능형 주행 솔루션. 고정밀 지도와 LiDAR에 의존하는 기존 시스템과 달리 Garcia는 시각 센서와 AI 알고리즘을 활용하여 인간과 같은 정밀도로 세상을 인식. 시각적 인식 분야에서 세 가지 주요 기능을 갖춘 Garcia는 복잡한 교통 상황에서 비교할 수 없는 정확성과 신뢰성을 제공.

-**전고체 전지:** 에너지 밀도, 안전성 및 용량에 대한 새로운 표준을 설정하는 전고체 전원 배터리 기술의 주요 혁신을 발표. 혁신적인 배터리는 1000km를 초과하는 확장된 주행 거리와 극한 상황에서도 향상된 안전성을 보장.

[1] 2026년에 전고체 전지를 양산차에 탑재



에너지 밀도가 400Wh/kg을 달성한 전고체 전지

GAC의 전고체 전지는 **3세대 스폰지 실리콘 음극 기술과 대용량 고체 양극 기술로** 구성된다. 이로써 **에너지 밀도는 400Wh/kg**을 달성하였다. 종래의 리튬이온전지에 비해 **부피 에너지밀도는 52% 증가, 중량 에너지밀도는 50% 이상 증가**. 그 결과 1회 충전으로 **항속거리가 1000km**를 넘는 전기자동차(EV)를 실현할 수 있다고 한다.





1회 충전으로 1000km 이상 항속 가능한 EV를 실현

[2] 높은 신뢰성 실현

3세대 스펀지·실리콘 음극 기술에 의해, 전고체 전지에 신구조의 고용량 실리콘 음극을 구성할 수 있었다. 충방전 공정 중의 음극 재료 내의 활성 실리콘의 구조가 안정됨으로써 고속 충전이 가능해졌다. 또한, 음극 입자의 전체적인 안정성이 향상됨으로써 사이클 수명도 대폭 향상되었다고 한다. 음극 입자와 고체 전해질이 접촉함으로써 리튬 이온의 흡장·방출이 효율적으로 진행된다. **가역 용량은 흑연의 4배, 사이클 안정성은 기존 실리콘 음극에 비해 135% 향상됐다.**

고체 전해질막은 고온 내성, 불연성, 높은 기계적 강도를 갖고, 전지 셀의 열폭주의 리스크를 대폭 저감했다. -78°C의 저온 환경, 90°C의 열탕 침지 등, 가혹한 조건 하에서도 안정된 성능을 유지했다. 또한 못 관통 시험이나 절단 시험 등에서도 전지 셀의 발화나 열폭주를 방지할 수 있었고 200°C의 고온 환경 시험에도 합격했다고 한다.



못 관통 시험이나 절단 시험에서도 전지 셀이 열 폭주하지 않는 것을 확인했다. 또한 200°C의 고온 환경시험에도 합격하여 대용량 전지의 안전레벨을 쇄신했다고 한다.

GAC그룹은 양극재료, 전극편 설계, 제조공정의 3가지 분야에서 획기적인 이행을 달성했다고 한다. 재료 수준에서, 다량으로 이온을 수송할 수 있는 안정한 계면을 구축하였다. 전극편 레벨에서는, 리튬 이온을 고속으로 수송하는 경로를 구축하여, 종래의 액체 전해질보다 열등하지 않은 리튬 이온 전도성을 실현하였다. 제조 공정에서는 건식 양극의 제조 어려움을 극복했다. 이러한 시너지 효과로 고체 양극은 5mAh/cm² 이상의 높은 면적당 용량을 실현하여 전고체 전지의 고에너지 밀도화를 가능하게 했다.



최대 30Ah의 용량을 가진 대형 다층 적층 전고체 전지 셀을 생산 가능

[3] AI를 이용한 재료 개발

전고체 전지에서는, 생산 기술의 확립이 고성능 전지를 양산하는 열쇠가 된다. GAC그룹은 이번에 차재급으로 안전성이 높고 고용량의 전고체 전지 양산에 필요한 기술적 획기적인 확립을 확립했다고 발표했다. 게다가 이 전고체 전지의 양산 설비는 기존의 리튬이온 전지의 생산 설비에 비해 설비투자를 15% 삭감, 공장면적을 40% 삭감, 전체 제조비용을 35% 이상 삭감할 전망이다.



이 밖에 GAC는 인공지능(AI)과 고정밀 시뮬레이션의 계산 알고리즘을 조합하여 전지 설계를 AI로 자동화하여 혁신적인 재료 개발과 전극편 설계를 목표로 하고 있다는 것. AI 지원으로 설계를 최적화하고 검증을 반복함으로써 효율을 대폭 향상시켜 전고체 전지의 개발을 가속시킬 계획이라고 한다.



GAC는 또한 고부하 실리콘 음극을 갖춘 전고체 전지를 출시하고 있으며, 고체 전해질에 해를 끼치고 전체 배터리 수명을 단축시키는 전기화학 반응 중 음극의 극단적인 부피 팽창 및 수축을 대부분 중단했다고 덧붙였다. 4월 12일 회사가 발표한 수치에 따르면 GAC 전고체 배터리의 최신 프로토타입은 100회 이상의 충전 사이클을 거쳤으며 초기 에너지 용량의 60% 이상을 유지했다.

GAC의 전고체 전지는 고면적 용량의 고체 양극 기술과 3세대 스폰지 실리콘 음극 기술(새로운 나노 실리콘 복합 음극)을 채택하여 5mAh/cm² 이상에서 400Wh/kg 이상의 에너지 밀도를 달성. 현재 가장 발전된 액체 리튬 이온 배터리와 비교하여 체적 에너지 밀도와 중량 에너지 밀도가 50% 이상 증가하여 차량의 순항 범위가 1,000km를 초과할 수 있다.



안전성 측면에서 GAC의 전고체전지는 고강도, 조밀도 복합 전해질막을 사용하여 200°C 핫박스 테스트 중에 배터리가 폭발하는 것을 방지함으로써 높은 비에너지 배터리에 대한 안전성을 새로운 수준으로 끌어올렸다. 또한 배터리는 못 관통, 절단, -78°C의 드라이아이스 환경, 90°C의 고온 온수에 담그는 등의 기계적 남용에도 열폭주가 발생하지 않으며, 극한 조건에서 테스트해도 안정적인 성능을 유지한다.

배터리 셀 용량 측면에서 GAC 전고체전지는 100개 이상의 재료 솔루션과 프로세스 솔루션을 시도하여 전고체전지에 대한 전체 제조 프로세스를 성공적으로 구축했으며 대형 다층 적층형 전고체 배터리 셀은 현재 업계 최고 수준(10Ah~15Ah)을 훌쩍 뛰어넘는 30Ah에 달해 자동차급 전고체 배터리 적용 기반을 마련했다.

전고체전지 기술의 R&D 및 적용은 GAC 그룹 제품의 성능과 시장 경쟁력을 크게 향상시키고, GAC 그룹의 기술 혁신과 고품질, 지속 가능한 발전을 촉진하는 데 도움이 될 것이며, 전체적으로 신에너지 자동차 산업 발전에 긍정적인 영향을 미치고 있다.



3 혁신

고용량 고체 양극 기술

전극 디자인
리튬이온 전송 고속도로

⑧의 높은 활물질 함량에서도 고체 극판은 액체 리튬 전해질보다 열등하지 않음

140% 양극판 두께 ↑
30% 양극 활물질 로딩 ↑

이온 전달 고속도로

양극재
전고체 전지 중 용량
220mAh/g 이상

5mAh/cm²
高面容量
固态正极

제조공정
250μm를 초과하는 후막

진식전극기술

적층형 전지의 개략도

고강도 치밀 복합전해질막

음극

양극

고체전해질

① 고내열 불연성 무기전해질 골격을 기반으로 한 복합전해질막은 200°C에서도 열수축없이 인화성, 열폭주 위험을 줄인다

② 전고체 전해질막의 전체적인 구조 설계를 통해 전해질막의 내천공성을 효과적으로 향상시켜 음극 덴드라이트 및 기계적 남용으로 인한 손상을 크게 완화하고 단락을 방지한다.

양극

음극

양극

안전성이 높은 양극재 개질 기술

현재의 문제

균열/파쇄

계면 확산

전해질 산화

R_{SEI}

Cladding

산화반응 회피

기계적 성질 향상

분극 감소, 확산 에너지 장벽 조절

① 빠른 이온전도체로 표면을 균일하게 코팅함으로써 양극재와 고체전해질 사이의 계면 부반응을 효과적으로 억제하고 양극극의 열적 안정성을 5% 높여 고온 안정성을 확보

② 정밀 도핑 기술을 통해 양극재의 결정구조를 안정화시켜 산소 발생 및 입자 균열을 효과적으로 완화하고 전지 열폭주 위험을 줄인다

[4] 전고체 전지 2026년 출시 예정

지난 4월 12일, 업계에서 화제가 되었던 GAC의 전고체 배터리가 공개됐다. "전고체 배터리는 100% 고체 전해질을 사용하고, 작동 온도 범위는 -40°C ~ 100°C, 에너지 밀도는 400Wh/kg 이상, 배터리 수명은 1,000km 이상."

GAC의 공식 데이터에 따르면 GAC의 전고체전지는 현재 대량 생산되는 액체 리튬이온 배터리보다 체적 에너지밀도가 52% 이상 높고, 중량 에너지밀도는 50% 이상 더 높다.

대중의 가장 큰 관심사인 **대량 생산**과 관련하여 GAC의 전고체 전지가 아직 상업적 대량 생산 단계에 진입하지 않았다는 사실. **전해질은 산화물, 황화물 및 기타 물질의 혼합물**입니다. 향후 GAC 인파이 배터리 공장에서 생산될 예정이며, 2026년에 최초로 Haopin 모델에 탑재될 예정이다.

1 Haopin HT



Haopin HT

- Engines: Electric motor 180 kw, Electric motor 250 kw
- Driving mileage: 600 km, 550 km, 670 km, 770 km

¥ Price in China: 213.900 - 329.900 yuans (\$29.520 - \$45.530)

🏠 Sales in China

2 Haopin GT



Haopin HT

Also called: AION Hyper GT

- Engines: Electric motor 180 kw, Electric motor 250 kw

🚗 Safety test C-NCAP ★★★★★

¥ Price in China: 219.900 - 339.900 yuans (\$30.350 - \$46.910)

🏠 Sales in China

3 Haopin SSR



Haopin SSR

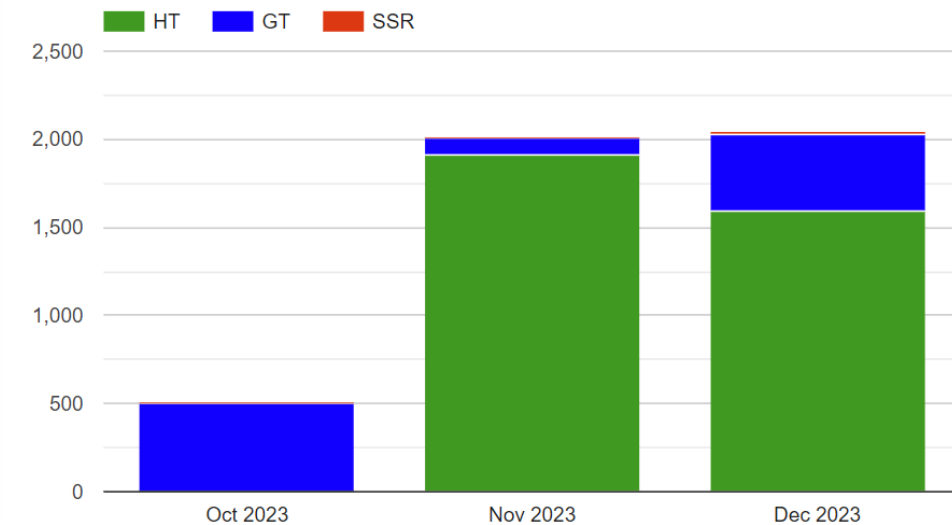
- Engine: Electric motor 900 kw
- Driving mileage: 506 km

¥ Price in China: 1.286.000 - 1.686.000 yuans (\$177.470 - \$232.670)

🏠 Sales in China



Haopin sales in China



지난 4월 9일부터 전고체 배터리 컨셉 부문이 점점 인기를 끌면서 업계에서는 전고체 배터리를 둘러싼 논란이 일고 있다.

배터리 제조업체 등 업스트림 업계 측면에서도 전고체 배터리 관련 기업 내부자들로부터 반고체 배터리가 여전히 시장에 있다는 사실을 알게 됐다. 시장 적용 및 홍보 과정 초기 단계에서는 아직 규모와 양이 달성되지 않았으며 기술 경로는 여전히 성숙되고 개선되어야 한다.

4월 11일, 중국과학원 칭다오 생물에너지공정연구소 첨단에너지 저장재료기술 연구그룹이 전고체 전지용 황화물 전해질 연구에서 새로운 진전을 이뤘고 문제를 해결했다. 황화물 전고체 전지 적층 공정 업계의 애로사항과 병목 현상을 해결하고, 황화물 전고체 전지의 대형 차량 배터리 제조 공정의 어려움을 극복하며 획기적인 돌파구를 마련했다. 황화물 파우치 팩 배터리 라미네이션 기술로 달성되었다.

기술적인 측면에서도 전고체전지의 가격이 업계 논란을 불러일으키는 주요 요인이기도 하다.

현재 전고체 배터리 가격은 액체 배터리 가격보다 훨씬 높다. 150kWh급 반고체 배터리 가격은 22만 위안(41백만원, 1위안=185원)을 넘었고, 전고체 배터리 가격은 종류에 따라 30만 위안(56백만원)을 넘을 수 있다.

GAC 관련 제품은 2026년 출시될 예정이다. 업계 관계자: 대량생산이 가능할까?

•24년 4월 12일: 2024 GAC Technology Days에서 GAC 연구소 인공 지능 수석 과학자이자 이사인

Chen Xuewen은 현재 대량 생산되는 액체 리튬이온 배터리와 비교하여 배터리 에너지밀도가 400Wh/Kg 이상에 도달했다고 밝혔다. 부피 에너지 밀도는 52% 이상 증가하고 질량 에너지밀도는 50% 이상 증가하여 1,000km 이상의 배터리 수명을 달성할 수 있다.

GAC 그룹 총괄 관리자 Feng Xingya는 GAC의 전고체 배터리가 2026년에 자동차에 장착될 계획이며 Haopin 모델에 먼저 장착될 것이라고 말했다.

•24년 4월 10일: 중국과학원 산하 칭다오 에너지 연구소에 따르면, 첨단 에너지 저장 재료 및 기술 연구 그룹이 최근 황화물 전고체 배터리 적층 공정에서 업계의 문제점과 병목 현상을 해결해 새로운 가능성을 열었다. 황화물 전고체전지 산업 대형 자동차 배터리 제조공정의 마지막 관문은 황화물 파우치 배터리 라미네이션 기술의 핵심 혁신이다. 2026년에는 세계 최초로 황화물 전고체 전지 양산을 달성하기 위해 노력하겠다고 밝혔다.

그렇다면 전고체전지의 산업화가 임박한 것인가? 앞으로 전고체 배터리 산업은 어떻게 발전할 것인가?

•24년 4월 8일: Zhiji Auto는 Zhiji L6 슈퍼 스마트카 기자간담회를 열었다. Zhiji Auto가 출시한 전기차 Zhiji L6에는 준 900V 초고속 충전 '광년' 전고체 배터리가 탑재되어 있다. 전고체 배터리를 탑재한 Zhiji L6 Max Lightyear Edition의 가격은 33만 위안(61백만원)을 넘지 않는 것으로 파악된다. 이는 299,000위안을 넘지 않는 Max 슈퍼 퍼포먼스 버전보다 프리미엄이 낮은 수준이다.



Zhiji L6 전원 배터리 공급업체인 Qingtao Energy의 공동 창업자이자 총괄 관리자인 Li Zheng은 Qingtao Energy의 전고체 전지 산업화가 세 단계로 나누어져 있다고 말했다. 대량생산을 위해 Zhiji 자동차에 장착되며, 2세대 전고체 배터리는 2025년에 개발될 예정이며, 최종 3세대 배터리는 전고체 배터리이다.

CITIC 증권이 최신 연구 보고서에 따르면 Zhiji L6에 전고체 배터리가 포함되면서 사전 판매 가격도 결합되어 반고체 배터리 패리티 시대가 열릴 것으로 예상된다. 반고체 배터리가 점진적으로 적용되고 홍보됨에 따라 주요 전고체 배터리 제조업체의 친구들과 전고체 배터리 산업 체인의 모든 링크가 혜택을 받을 것으로 예상된다.

GAC Aian 브랜드의 시장 매력은 확실히 가장 먼저 직접적으로 이익을 얻을 것이다. GAC의 전고체 배터리가 대량 생산되어 차량에 탑재될 예정이라는 사실은 촉매제와 같아서 중국내 전력 배터리 회사들이 전고체 전력 배터리의 상용화를 가속화하게 되면서 큰 인센티브 효과를 보여주고 있다. 23년 11월말 광저우 모터쇼 개막을 앞두고 GAC는 전고체 배터리 개발 소식을 공개했다.

•23년 4월 4일: 2021년에 설립된 Chongqing Tailan New Energy Company는 "단일 용량 120Ah, 측정 에너지 밀도 720Wh/kg을 갖춘 세계 최초의 자동차급 전고체 리튬 배터리"를 개발했다고 발표했다. 그러나 Tailan New Energy는 자사 전고체 배터리의 대량 생산 시기를 언급하지 않았다. 이에 영감을 받아 GAC Aian은 4월 12일 개최한 'GAC Technology Day' 행사에서 전고체 전력 배터리의 대량 생산 및 적용 일정을 발표했다.

실제로 GAC는 전력 배터리 개발에 있어서 후발주자이다. 23년 12월 12일, GAC Aian 산하 Inpai 배터리 공장이 공식적으로 완공되어 생산에 들어갔다. 그제서야 GAC는 자체 전원 배터리 생산 기지를 갖게 되었다. 현시점에서 GAC와 Tailan New Energy는 다소 유사하며 제조 과정에 이력이 있는 부분은 없다.

저자의 생각에 따르면, GAC의 전고체 배터리가 2026년에 양산되어 차량에 장착될 것이라는 소식은 확실히 최근 A-share 전원 배터리 분야의 호황에 힘을 실어줄 것이다. 특히 24년 3월 25일 반고형 배터리를 탑재한 Zhiji L6가 출시되면서 시장 급등을 촉발했다.

응축물질 배터리를 포함한 반고체 배터리는 순수 전기 승용차의 주행거리를 1000km 이상으로 늘릴 수 있어 지난해 양산·장착을 시작한 이후 인기를 끌고 있다. 올해는 반고체 배터리를 탑재한 순수 전기 승용차가 대거 등장하며 '반고체 열풍'이 가열되고 있다.

'반고체'가 이제 막 예열됐고, 전고체 배터리가 다시 무대에 오를 준비가 돼 있어 공존과 경쟁의 흐름이 형성될 수밖에 없다. '전고체'가 '반고체'를 압도할 수 있는 관건은 가성비와 가격, 품질이다. 지난해 Aian의 총 판매량은 48만대를 넘어 중국 신에너지 자동차 브랜드 목록에서 2위를 차지했다. 만약 다른 브랜드에 일부 지원 제품을 제공하고 '전고체' 비용 절감에 앞장설 수 있다면 말이다.

<https://weibo.com/1463946293/O9m5aj6Oc> , <https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/24/00604/?P=3>

[https://finance.sina.cn/stock/relnews/hk/2024-04-13/detail-](https://finance.sina.cn/stock/relnews/hk/2024-04-13/detail-arsfwa5076985.d.html?oid=%EC%B2%AB%EC%B6%A9(~KR1144.COM~),%EC%B2%AB%EC%B6%A9(~KR1144.COM~),%EC%B2%AB%EC%B6%A9bn7&vt=4&cid=76524&node_id=76524)

[arsfwa5076985.d.html?oid=%EC%B2%AB%EC%B6%A9\(~KR1144.COM~\),%EC%B2%AB%EC%B6%A9\(~KR1144.COM~\),%EC%B2%AB%EC%B6%A9bn7&vt=4&cid=76524&node_id=76524](https://finance.sina.cn/stock/relnews/hk/2024-04-13/detail-arsfwa5076985.d.html?oid=%EC%B2%AB%EC%B6%A9(~KR1144.COM~),%EC%B2%AB%EC%B6%A9(~KR1144.COM~),%EC%B2%AB%EC%B6%A9bn7&vt=4&cid=76524&node_id=76524)