

Gigafactories e Densità di Energia

Il futuro ad alta tecnologia della produzione di automobili

Elementum Metals: 12/04/2021

12/04/2021



Un numero enorme di veicoli elettrici è necessario per ridurre i gas serra dei veicoli alimentati da motori a combustione interna, rendendo necessarie le "gigafactories" su larga scala. Le batterie agli ioni di litio sono oggi l'accumulatore preferito ad alta densità di energia, con la ricerca di tecnologie avanzate e alternative che progrediscono rapidamente. L'aumento massiccio della domanda di materie prime per le batterie e le relative implicazioni in termini di inquinamento rendono essenziale un riciclaggio efficiente.

Le Gigafactories Contano

Il termine "gigafactory" è stato coniato da Elon Musk, attingendo alla parola greca per gigante per illustrare la scala degli impianti di produzione di veicoli elettrici (EV) richiesti; Musk stava anche giocando sul termine elettrico gigawatt che esprime un'enorme quantità di trasferimento di energia.

Wood MacKenzie stima che se le emissioni del trasporto su strada devono essere dimezzate entro il 2040 e che sono necessari circa 900 milioni di nuovi veicoli elettrici per sostituire le automobili con motore a combustione interna. Nel 2019, i veicoli elettrici nel mondo ammontavano a soli 10 milioni, richiedendo circa 70 milioni di nuovi veicoli da costruire ogni anno. Per illustrare la portata di questa sfida, l'industria automobilistica centenaria di oggi produce tra 90 e 100 milioni di automobili convenzionali all'anno, mentre l'Europa da sola ha quasi 300 impianti di produzione e di assemblaggio. Gli impianti di batterie sarebbero anche sfidati dalla necessità di aumentare la produzione di batterie di 10 volte fino a 3.000 GWh all'anno entro il 2030; la produzione di batterie esistente e pianificata rappresenta solo 1.800 GWh.¹

Nel 2020, in tutto il mondo c'erano 119 impianti di produzione di batterie, in costruzione o pianificati. 109 di questi erano situati in Cina e rappresentano il 70% della produzione globale.²

I produttori asiatici leader di mercato come CATL, LG Chem, BYD e SK Innovation controllano la maggior parte della capacità produttiva. Queste aziende si stanno espandendo in Europa con CATL che sta costruendo un impianto a Erfurt, nella regione tedesca della Turingia; l'impianto di LG Chem a Wroclaw, in Polonia; e l'impianto di Goed di Samsung SDI, fuori Budapest in Ungheria.

Entro il 2030 si prevede che ci saranno almeno 16 impianti di batterie in funzione in Europa, che rappresentano circa 450 GWh di capacità, rendendo la regione la seconda più grande dopo la Cina. Questo è in gran parte il risultato di produttori locali come Northvolt, Daimler e Automotive Cells Company (ACC), la joint venture tra i gruppi francesi PSA e Total, che stanno aumentando la produzione.³ La Northvolt è una delle prime aziende europee, che beneficia del sostegno strategico della Battery Alliance dell'UE e del finanziamento della Banca europea per gli investimenti (BEI). La gigafactory di Northvolt a Skelleftea dovrebbe avere una produzione di 40 GWh al completamento nel 2021, mentre un'altra fabbrica prevista a Salzgitter in Germania in collaborazione con Volkswagen dovrebbe essere completata nel 2024.⁴

Le gigafactories operative di Tesla negli Stati Uniti si trovano a Fremont, in California, e producono circa 500.000 veicoli all'anno; e Reno, in Nevada, che al completamento dovrebbe essere il più grande edificio del mondo. Fuori dagli Stati Uniti, Tesla sta producendo le Model 3 nella sua gigafactory di Shanghai, con una capacità di 250.000 veicoli all'anno, dove sta iniziando anche la produzione della Model Y. Una fabbrica a Berlino dovrebbe iniziare la produzione a metà del 2021, producendo sia la Model 3 che la Model Y, con notizie di ulteriori fabbriche previste nel Regno Unito e un altro impianto asiatico in Giappone o in Corea del Sud.

Densità di energia - Il Santo Graal

La densità energetica è la misura di quanta energia una batteria può fornire in proporzione al suo peso, tipicamente misurata in watt/ora per chilo (Wh/kg). La densità energetica è un attributo critico per le batterie portatili utilizzate nei dispositivi elettronici personali e nei veicoli elettrici, poiché si tratta di applicazioni sotto costante pressione per ridurre il peso e il costo, aumentando al contempo la durata della batteria.

Il termine non deve essere confuso con la densità di potenza, che è una misura di quanto velocemente l'energia può essere fornita. Un esempio di unità ad alta densità di potenza è una batteria che alimenta il flash di una macchina fotografica, che scarica l'energia in una breve raffica e poi si ricarica rapidamente.

La densità di energia delle batterie al piombo usate nei veicoli con motore a combustione interna è compresa tra 30-50 Wh/kg, mentre le batterie agli ioni di litio (Li-ion) vanno da 50 a 260 Wh/kg; la tecnologia NMC (nicel manganese cobalto ossido) fornisce una gamma di 150-220 Wh/kg, mentre il litio ferro fosfato (LFP) è 90-160 Wh/kg.⁵

Come discusso nel documento tecnico NTree # 10, Electric Vehicles Go Mainstream, storicamente un alto contenuto di cobalto è stato utilizzato per ottenere una maggiore densità di energia, tuttavia con l'aumento dei prezzi del cobalto e le preoccupazioni circa le pratiche di estrazione del cobalto la nuova tecnologia si è sempre più concentrata sul potenziale di nichel che è ora riconosciuto come il componente chiave.⁶ Nelle prime tecnologie come la NMC 111 il catodo contiene quantità uguali di ogni minerale, l'uso del nichel è aumentato nelle NMC 532 e 622, mentre la più recente ad alte prestazioni NMC 811 usa otto parti di nichel per ognuno degli altri elementi.



Le batterie agli ioni di litio si evolvono

I primi veicoli elettrici, come la Nissan Leaf, erano alimentati da batterie all'ossido di manganese di litio (LMO), che erano relativamente a basso costo, ma hanno dimostrato di avere una bassa durata. Il litio ferro fosfato (LPF) è attualmente comunemente usato nei veicoli elettrici prodotti in Cina, come da BYD, il più grande produttore di batterie al mondo, dove è apprezzato per il costo medio e gli attributi di densità energetica. MNC e NCA, due tecnologie ad alto contenuto di nichel e cobalto che forniscono un'alta densità di energia ad un costo maggiore, sono ampiamente utilizzate nei mercati occidentali orientati alle prestazioni da produttori come Tesla, Renault e VW, dove i range di guida più lunghi sono essenziali per rendere i veicoli elettrici attraenti per i consumatori. Entro il 2030 si stima che la tecnologia ad alto contenuto di nichel sarà in uso in quasi tutti i veicoli elettrici nei paesi occidentali e in circa il 50% di quelli in Cina.⁷

Soluzioni di prossima generazione

La pressione per abbassare i costi, diminuire i tempi di ricarica, aumentare l'autonomia e ridurre le emissioni di gas serra sta alimentando un'ampia ricerca che manipola il funzionamento delle batterie Li-ion sostituendo i materiali e usando strutture alternative. C'è tutta una serie di sviluppi che cercano di migliorare l'efficienza dei singoli componenti della batteria - catodo, anodo, separatore ed elettrolita - che cumulativamente forniranno miglioramenti significativi nella tecnologia delle batterie Li-ion nei prossimi 5-10 anni. In uno di questi sviluppi, Volkswagen ha collaborato con QuantumScape, uno specialista di batterie statunitense che sviluppa batterie allo stato solido che promettono una maggiore densità di energia rispetto agli elettroliti Li-ion esistenti. Gli elettroliti solidi sostituiscono gli elettroliti liquidi attraverso i quali gli ioni di litio viaggiano tra catodo e anodo, utilizzando un materiale ceramico altamente conduttivo. Gli elettroliti solidi hanno il vantaggio di essere chimicamente stabili, permettendo di utilizzare materiali con una capacità di tensione più elevata per produrre batterie più leggere e più dense con un rapporto energia-peso più elevato.⁸

La statunitense Evonix ha progettato un anodo a base di silicio per sostituire la grafite negli anodi delle batterie Li-ion, promettendo un aumento del 30% della capacità energetica.⁹ I progressi nella tecnologia dei catodi includono la ricerca dell'azienda energetica Total nello sviluppo di una tecnologia di catodo allo zolfo di litio (Li-S) che sfrutta le caratteristiche chimiche dello zolfo. Poiché lo zolfo si trasforma in diversi composti chimici durante il trasferimento degli ioni, fornendo fino a quattro volte la densità di energia degli ioni di litio, questa è un'innovazione inizialmente adatta all'industria aeronautica ed aerospaziale.¹⁰

Lo stoccaggio su larga scala ora è fattibile

Lo stoccaggio elettrico su larga scala basato su batterie che applicano anche la tecnologia Li-ion dovrebbe crescere rapidamente da 1,2 gigawatt nel 2020 a 7,5 gigawatt nel 2030. L'impianto più grande a Moss Landing ha raddoppiato la capacità di stoccaggio di energia della California, mentre il progetto Ravenswood di New York da 316 megawatt è abbastanza grande da sostituire due centrali a gas, capace di alimentare 250.000 case per 8 ore. In Florida, il progetto Manatee da 409 megawatt immagazzinerà energia solare in grado di fornire 900 megawatt/ora di elettricità a bassa emissione di carbonio, in grado di alimentare Disney World per 7 ore.¹¹

Si stanno sviluppando alternative alla tecnologia Li-ion che mitigano i suoi alti costi dei

componenti e i rischi per la sicurezza. Tecnologie come le batterie Redox Flow, che utilizzano materiali elettrolitici selezionati per la loro abbondanza (per esempio sale, ferro e acqua), si stanno scoprendo per fornire i vantaggi di materiali a basso costo, non corrosivi e non tossici insieme agli attributi di lunga durata e di alta ricaricabilità.¹²

Riciclaggio - Complicato ma necessario

Se la stima dell'Agenzia Internazionale dell'Energia di una flotta globale di 125 milioni di veicoli elettrici entro il 2030 è accurata, la domanda di nichel e manganese potrebbe crescere dell'800% e quella di cobalto del 150%.¹³ Ci si aspetta che tali aumenti portino a una domanda costantemente superiore all'offerta mineraria pianificata; aumenti significativi dell'offerta mineraria sono impegnativi poiché le miniere di nichel richiedono investimenti di capitale su larga scala e impiegano quasi un decennio per passare dalla scoperta alla piena produzione.

È probabile che un eccesso di domanda costante porti a un aumento dei prezzi del minerale, rafforzando il caso commerciale del riciclaggio delle batterie. Mentre le implicazioni ambientali del riciclaggio su larga scala non sono attualmente ben comprese, è noto che le attività di estrazione e raffinazione rappresentano il 30% dei gas serra associati alla produzione di batterie. Il principale produttore di batterie in Europa, Northvolt, ha come obiettivo il 50% di materie prime riciclate entro il 2030, il che illustra l'importanza che l'UE ha per la sostenibilità e per considerazioni come la sicurezza dell'approvvigionamento; ci si aspetta che un cospicuo finanziamento dell'UE, insieme ad un'ampia regolamentazione sulle batterie, contribuisca ad un riciclaggio commercialmente fattibile.¹⁴

Poiché le batterie non sono progettate per un facile riciclaggio o costruite secondo un design comune, il riciclaggio è un'attività complessa. Il processo di riciclaggio iniziale, che prevede lo smontaggio manuale, richiede molto tempo ed è pericoloso perché l'instabilità chimica crea un rischio di incendio e di esplosione. Il metodo di riciclaggio più comune richiede la fusione per rimuovere tutti i materiali organici e plastici, un processo semplice che è inquinante ed inefficiente poiché gran parte dell'alluminio e del litio viene perso. Il processo alternativo idrometallurgico è sempre più utilizzato; le batterie vengono prima frantumate, con materiali separati mediante setacciatura e magneti utilizzati per produrre una "massa nera" che viene immersa in un bagno acido per estrarre il nichel, il manganese, il cobalto, l'idrossido di litio e la grafite per il riutilizzo.¹⁵

La regolamentazione prevista per le batterie dell'UE è la più completa di tutti i paesi, e mira a raggiungere obiettivi di gas serra e di sostenibilità, stabilendo al contempo un'industria competitiva a livello globale. Questi regolamenti complessi e di ampia portata includono i requisiti per tutti i veicoli elettrici di avere una dichiarazione dell'impronta di carbonio entro il 2024, rivelare la quantità di cobalto, piombo, litio e nichel utilizzati entro il 2027, nel 2030 saranno introdotte quantità minime riciclate con standard di riciclaggio aumentati nel 2035. Tutti questi requisiti saranno applicati e tracciati attraverso un sistema di passaporti digitali ufficiali delle batterie.¹⁶

Conclusione

Il ritmo frenetico dello sviluppo di nuove infrastrutture industriali e dei progressi tecnologici riflette le sfide associate alla rapida sostituzione dello stock mondiale di automobili con motore a combustione interna in modo sostenibile. I miglioramenti tecnologici stanno abbassando il costo dell'energia delle batterie e migliorando l'efficienza delle applicazioni

abbassando il costo dell'energia delle batterie e migliorando l'efficienza delle applicazioni per i consumatori, riducendo al contempo l'uso dei materiali più sensibili, tuttavia si prevede che gli input delle batterie EV diventeranno sempre più scarsi, costosi e quindi adatti al riciclaggio.

Note a piè di pagina

1. Wood MacKenzie, April 2020. <https://www.woodmac.com/news/opinion/batteries-powering-the-fight-against-climate-change/>
2. Wood MacKenzie, August 2020. <https://www.woodmac.com/press-releases/global-lithium-ion-cell-manufacturing-capacity-to-quadruple-to-1.3-twh-by-2030/>
3. Climate Home News, July 2020. <https://www.climatechangenews.com/2020/07/27/european-battery-gigafactories-boom-despite-covid-slowdown/>
4. Benchmark Mineral Intelligence, April 2020. <https://www.benchmarkminerals.com/membership/coronavirus-supply-chain-shift-was-already-underway-in-battery-industry-2/>
5. TXF News, September 2020. <https://www.txfnews.com/News/Article/7055/EV-gigafactories-Europe-moves-up-a-gear>
6. Fluxpower, August 2020. <https://www.fluxpower.com/blog/what-is-the-energy-density-of-a-lithium-ion-battery#:~:text=What%20is%20Battery%20Energy%20Density,one%20watt%20for%20on>
7. NTree Technical Paper #10, Electric Vehicles Go Mainstream, February 2021. <https://dl.airtable.com/.attachments/d45e3250c8b256316438df968cc1dcab/bcbb7de3/NTree>
8. McKinsey, June 2018. https://www.mckinsey.com/~/_media/mckinsey/industries/metals%20and%20mining/our%20and-cobalt-a-tale-of-two-commodities.ashx
9. Volkswagen, June 2020. <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/volkswagen-increases-stake-in-quantumscape-6136>
10. Argus, January 2021. <https://www.argusmedia.com/en/news/2182042-battery-makers-expand-silicon-anode-production>
11. SAFT. <https://www.saftbatteries.com/media-resources/our-stories/three-battery-technologies-could-power-future/11>. BBC, December 2020. <https://www.bbc.com/future/article/20201217-renewable-power-the-worlds-largest-battery>
12. Energy Storage World Forum. <https://energystorageforum.com/blog/which-emerging-battery-technology-will-be-the-future-of-stationary-energy-storage>
13. Fortum. <https://www.fortum.com/products-and-services/fortum-battery-solutions/recycling/lithium-ion-battery-recycling-solution>
14. Wired, November 2020. <https://www.wired.co.uk/article/electric-car-battery-recycling>
15. Wired, November 2020. <https://www.wired.com/story/the-race-to-crack-battery-recycling-before-its-too-late/>
16. European Commission, December 2020. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_20_2311