

## 行 業 概 寶

本節及本文件其他章節所載資料及統計數據乃摘錄自我們委託編製的弗若斯特沙利文報告，以及各種政府官方刊物及其他公開可用刊物。我們委聘弗若斯特沙利文就[編纂]編製獨立行業報告－弗若斯特沙利文報告。來自政府官方來源的資料並未經我們、聯席保薦人、[編纂]、[編纂]、[編纂]、[編纂]、[編纂]、彼等各自的任何董事及顧問或參與[編纂]的任何其他人士或各方獨立核實，亦概無就有關資料的準確性發表任何聲明。

### 資料來源

我們委聘獨立諮詢公司弗若斯特沙利文就全球及中國氫能核心裝備行業進行詳細研究，並編製弗若斯特沙利文報告。弗若斯特沙利文已在不受我們影響的情況下編製已委託的報告。我們已同意就編製弗若斯特沙利文報告向弗若斯特沙利文支付費用人民幣480,000元。我們已於本節以及於「概要」、「風險因素」、「業務」、「財務資料」及本文件其他章節摘錄弗若斯特沙利文報告的若干資料，向潛在投資者就我們所營運的行業提供更全面的陳述。

弗若斯特沙利文已進行詳盡的初步研究，當中包括與若干領先的行業參與者討論行業的狀況。弗若斯特沙利文亦已進行次級研究，當中包括審閱公司報告、獨立研究報告及基於其本身研究數據庫的數據。弗若斯特沙利文已經通過宏觀經濟數據進行過往數據分析，並已考慮若干業內的主要驅動因素，取得估計市場總規模的數字。於編製弗若斯特沙利文報告時，弗若斯特沙利文已採用市場工程預測方法，該方法將多種預測技術與其基於市場工程測量的系統相融合。其依賴分析師團隊的專業知識，將弗若斯特沙利文報告研究階段中調查所得的主要市場元素整合。該等元素包括專家意見預測方法、綜合市場驅動因素及限制、綜合市場挑戰、綜合市場工程測量趨勢及綜合計量經濟學變量。

弗若斯特沙利文報告主要基於以下假設編製：(i)全球及中國的社會、經濟及政治環境於預測期內可能維持穩定；及(ii)相關行業主要驅動因素於預測期內可能帶動市場。

## 行 業 概 覽

經採取合理的謹慎措施後，董事及弗若斯特沙利文確認，截至最後實際可行日期，本節所載的市場資料自弗若斯特沙利文報告刊發日期以來並無任何不利變動。

### 氫能行業概覽

#### 全球氫能產業概覽

氫是重要的二次能源，可通過轉換一次能源（如化石燃料及可再生能源）來生產。氫具有多種優點，包括分佈廣泛、低碳排放、高適應性和高效率以及應用廣泛。與化石燃料相比，氫能量密度高，熱值高，可廣泛用於各種領域，如工業、交通、發電、儲能和建築等。

隨著各國努力實現遠大減排目標並向可持續能源系統轉型，氫能成為關鍵解決方案，其在應對氣候變化、促進能源結構轉型和確保能源安全等緊迫挑戰方面發揮著關鍵作用。全球主要國家和地區發展和擴大氫能產業的競爭進一步突顯了其在塑造全球能源系統未來以及應對氣候行動和能源彈性的迫切需要方面的重要性。根據國際能源署（「國際能源署」）和國際可再生能源署公告的數據，估計到2050年，氫能將滿足全球最終能源需求的12%至13%。到2023年底，全球已有40多個國家和地區公告了氫能戰略，已發佈國家氫能戰略的國家覆蓋的主要經濟體貢獻了超過80%的全球GDP。過去幾年，全球氫能行業的投資增長迅速。根據彭博新能源財經發佈的數據，2023年，全球氫能相關項目投資金額達340億美元，同比增長146%。此外，根據國際能源署發佈的報告，電解槽裝置開支於過去幾年連續保持高速增長，於2022年創下新紀錄，達到6億美元，金額較2021年增加一倍。下文載列全球代表性市場氫能產業概況：

#### 亞洲

在亞洲，氫能產業的發展也受到進取的地區和國家政策推動。例如，中國於2022年3月發佈《氫能產業發展中長期規劃（2021-2035年）》，將氫能視為國家未來發展的重要戰略，並計劃到2030年形成完備的氫能產業體系。同樣，於2023年1月，印度啟動了「國家綠氫使命」，旨在使其成為綠氫製造及出口的全球樞紐。該使命的目標是到

## 行 業 概 寶

2030年實現每年500萬噸的綠氫產能。亞洲的氫能產業受益於不同國家的多元化及互補優勢。亞洲氫能產業的一個突出趨勢是越來越重視國際合作及夥伴關係來促進市場發展。該地區的國家亦投資於研發，以降低氫能的成本。新加坡正在通過各類政策及措施，積極推動氫能行業發展。於2019年，新加坡政府開展「國家氫能源戰略」，探索氫能作為未來能源組合主要組成部分的空間。能源市場管理局(Energy Market Authority)與行業合作夥伴合作，進行氫氣融入能源系統的試點項目及可行性研究。此外，新加坡投資於提升氫氣生產、儲存及利用技術的研發工作，旨在部署自身成為東南亞地區氫經濟的領導者。

### 中東

在中東，氫能產業受到越來越多的關注，作為其經濟多元化的廣泛策略一部分，遠離傳統的碳氫化合物資源。阿聯酋計劃發展國內氫氣生產能力，促進創新並將阿聯酋定位為氫氣貿易及技術開發中心。於2020年1月，穆巴達拉投資公司、阿布扎比國家石油公司及阿布扎比發展控股公司成立阿布扎比氫能聯盟。聯盟夥伴將合作將阿布扎比定位為新興國際市場中值得信賴的低碳綠及藍氫的領導者。於2023年11月，阿聯酋啟動了新國家氫能戰略，標誌著阿聯酋致力於成為氫能產業的關鍵參與者。該戰略目標為於2031年，阿聯酋的氫產能將達到每年1.4百萬噸(其中包括每年1.0百萬噸綠氫及每年0.4百萬噸藍氫)，於2040年達到每年7.5百萬噸，於2050年每年將達到15.0百萬噸。中東氫能產業的主要特徵之一是該地區豐富的再生能源資源，特別是太陽能。這為透過水電解生產綠氫提供顯著的優勢。此外，中東在能源領域成熟的基礎設施及經驗使其能夠高效地擴大氫氣生產及出口業務。展望未來，隨著中東各國持續投資發展氫能產業，該地區氫能產業預計將快速成長。主要趨勢包括增加對大型氫項目的投資，提高氫生產及利用效率的技術進步以及建立國際合作夥伴關係以推動創新及市場擴張。

## 行 業 概 覽

### 歐洲

在歐洲，氫能產業的發展受到歐盟戰略和政策的強烈影響，特別是於2019年12月宣佈的歐洲綠色新政。歐盟於2020年7月公告的氫能戰略載列歐盟生產高達10百萬噸可再生氫能的目標。於2023年3月，歐盟委員會推出歐洲氫能銀行，以刺激及支持可持續氫能源的生產及投資。預計投資30億歐元，以幫助建立未來氫能市場。此外，歐洲氫能銀行將圍繞選定的試點計劃，以拍賣形式提供高達4.5歐元／公斤的氫氣生產補貼，營運最長可達10年。德國亦宣佈了遠大的氫能戰略和融資計劃。德國於2020年6月發佈國家氫能戰略，目標是建立國內氫經濟，旨在成為全球氫技術領導者。於2023年7月，德國國家氫能戰略設定了於2030年或之前國內水電解製氫產能達到10GW的目標。德國預計，到2030年，進口氫將佔氫供應總量的50%至70%。此外，德國計劃加強國際合作並實施專門的氫進口戰略。荷蘭是歐洲主要的氫生產國，已形成較為完整的氫能生態系統。荷蘭於2020年3月發佈的氫能願景及戰略強調了氫能在2050年前實現「碳中和」的作用。歐洲的氫能產業受益於其強大的可再生能源基礎設施，特別是在德國等擁有大量風能和太陽能發電能力的國家。該地區還擁有先進的技術能力和完善的工業基礎。歐洲的氫能行業正呈現出跨行業整合的增長趨勢。此外，歐洲的碳交易（歐盟排放交易體系）及碳稅為減少碳排放提供財務激勵，從而推動低碳製氫技術的投資及創新。使用可再生電力通過水電解生產的綠氫作為脫碳工作的關鍵推動因素而受到關注。歐洲國家也在探索在天然氣管網中摻氫的潛力，並部署氫燃料電池汽車。隨著行業的不斷成熟，研發投資、監管支持及國際合作有望推動整個歐洲氫能產業的進一步發展。

## 行 業 概 寶

### 巴西

巴西亦利用其豐富的可再生資源推動其低碳氫產業的發展。國家氫能計劃下的三年行動計劃（2023年至2025年）設定了進取的目標，旨在到2025年在巴西所有地區建立低碳氫試點工廠。巴西的礦產及能源部估計國家以較低的生產成本每年生產18億噸氫氣的技術潛力。巴西的國家氫能計劃體現了該國引領全球能源轉型的決心。通過多方面的戰略、進取的目標以及與國際合作夥伴的積極合作，巴西有望成為氫能行業的傑出參與者之一。

### 北非

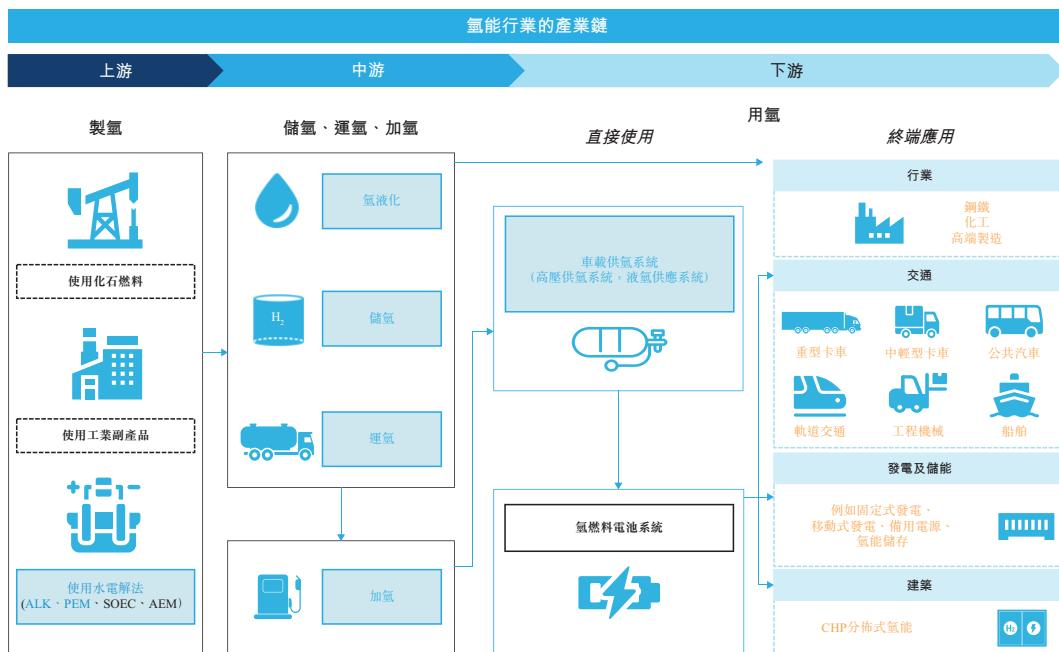
北非國家亦專注於國內綠氫生產，旨在向致力於減少碳排放的國家出口綠氫。例如，摩洛哥的國家氫能戰略概述了到2050年實現氫能經濟的路線圖。短期而言，於2020年至2030年，摩洛哥以使用氫氣作為當地生產綠氨的原料為目標。於2030年至2040年間，摩洛哥預計擴大綠氫、綠氨及合成燃料生產以供國內使用及出口。戰略設想到2050年在摩洛哥建立一個全球化氫能市場，以及實現國內在工業、住宅和運輸等領域的氫能利用。

在全球主要經濟體的氫能發展戰略藍圖的推動下，中國知名的氫能裝備製造企業在深耕本土市場的同時，也在積極尋求全球機遇。憑藉產品成本優勢、成熟的供應鏈體系以及強大的研發生產能力，這些中國公司向海外市場有效提供氫能設備解決方案，從而推動氫能的商業化，同時提升其在全球氫能行業的影響力。例如，我們通過向中東、南美、歐洲、亞洲及北非等地直接銷售產品並建立合作夥伴關係，擴大我們在全球氫能市場的份額。這些中國公司通過向國際市場提供水電解製氫設備、加氫站設備、車載高壓供氫系統、液氫設備等氫能產業核心裝備，戰略性地將自身優勢與海外市場特徵相結合。通過海外佈局，這些公司促進當地氫能產業的生態發展，推動氫能商業化，並加快全球減碳目標的實施。

## 行業概覽

### 氢能行業產業鏈分析

氢能行業可細分為上游（氫的製取）、中游（氫的儲存、運輸及加氫）及下游（氫的應用）。下圖闡述氫能產業鏈：



附註：藍色文字為本公司經營範圍內的業務。橙色文字為本集團產品的下游應用。配備車載供氫系統的氫燃料電池系統僅應用於交通領域。

### 氢能行業產業格局

#### 氫的種類

市場上的氫類型包括灰氫、藍氫及綠氫。灰氫指由化石燃料（如天然氣及煤炭）或工業副產品製成的氫。灰氫是目前中國最常見的氫（約佔總量的96%）。2023年，化石燃料（約75%）是製氫的主要來源，其次是工業副產品（約21%）。藍氫指結合碳捕集利用與封存技術（「CCUS」）由化石燃料製取的氫，整個製氫過程可實現低碳或零碳排放。藍氫仍依賴化石燃料作為原材料。目前CCUS技術成本較高，因此尚未實現大規模應用。由太陽能、風能和水力發電等可再生能源通過水電解製成的綠氫是可持續能源的一大進步。綠氫的下游應用涵蓋化工、冶金及交通等多個行業，是一種多功能的清潔能源載體。中國綠氫在氫總產量中的佔比預期從2023年的5%不到增長至2030年的約20%。

## 行業概覽

### 儲氫

儲氫方式主要有三種：氣態、液態及固態。氫可以通過高壓壓縮儲存為氣體，是目前主要的儲存方式，具有充放氫速度快、容器結構簡單、成本低等優點。目前，高壓氣態儲氫及低溫液態儲氫已進入商業應用階段，而有機液態儲氫及固態材料儲氫仍處於試點示範階段。中國已在分佈式發電中試點應用固態儲氫。隨著儲氫技術的進一步發展，未來多相態儲氫等方法的應用範圍將日益擴大。

### 運氫

氫可以氣態、液態及固態的形式運輸，具體取決於其儲存方式。氣態氫通過長管拖車和管道運輸，是目前主要的運氫方式。管道運輸可以實現氫的大規模、長距離運輸，但具有管道建設週期長、投資大、審批複雜等特點。液氫可以通過液氫罐車和液氫罐箱運輸，其中液氫罐箱具有聯運的優勢。其儲運可以顯著提高大容量、長距離運氫的效率。運輸距離200公里以下時，氣態氫長管拖車運輸具有成本優勢。運輸距離超過200公里時，由於液氫的能量體積密度高，使用液氫罐箱和罐車運輸液氫具有成本優勢。

### 氫的下游應用

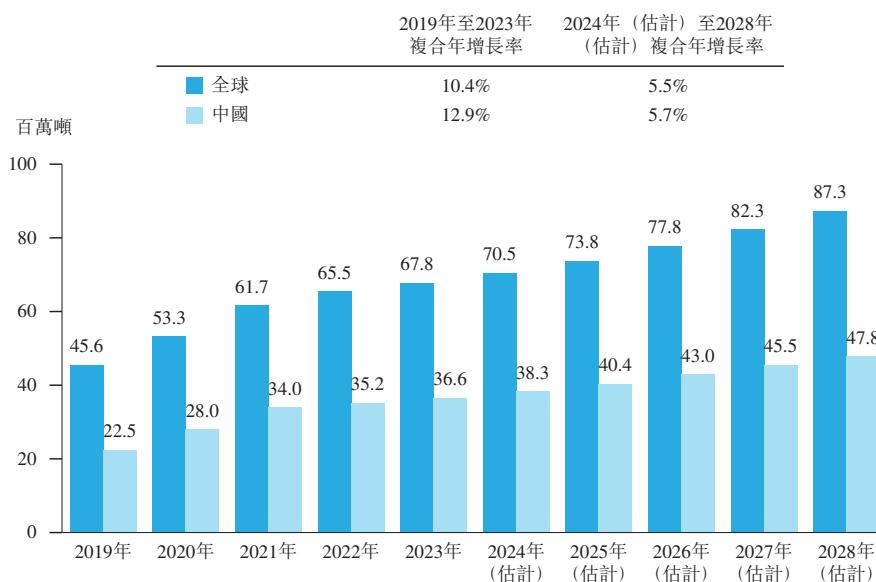
氫的下游應用可根據具體使用場景進一步分類。隨著工業的持續發展，氫作為重要的工業原材料發揮著舉足輕重的作用，迎合了穩定、成熟的需求市場。值得注意的是，工業是中國最大的氫消耗領域。展望未來，在有利政策的推動下，交通運輸業有望提供廣泛的商業市場機會。為充分把握潛力，汽車製造商以及上游核心裝備和零部件供應商須始終重視技術進步，提高產品質量及降低成本。該等舉措對於吸引更多下游客戶及鼓勵氫燃料電池汽車在交通運輸領域的廣泛應用至關重要。除此之外，氫也將在發電和儲能領域應用，例如天然氣管網摻氫、分佈式熱電聯供、氫儲能及氫電耦合等場景。

## 行業概覽

### 氫市場規模分析

全球和中國的氫消耗量由2019年的45.6百萬噸及22.5百萬噸增至2023年的約67.8百萬噸及36.6百萬噸，複合年增長率分別為10.4%及12.9%，預計將於2028年分別達到約87.3百萬噸及47.8百萬噸。下圖說明2019年至2028年全球和中國氫的歷史及預測消耗量：

2019年至2028年（估計）全球和中國氫消耗量



資料來源：弗若斯特沙利文報告及弗若斯特沙利文對行業專家的訪談。

### 全球及中國氫能行業的驅動因素及趨勢

全球及中國氫能行業的主要增長驅動因素及發展趨勢載列如下：

- 支持氫能行業發展的利好政策：全球各地政府正積極追求「碳中和」的目標，並已實施一系列政策以促進清潔能源的發展。作為應對氣候變化、加速能源轉型的重要舉措，更多經濟體高度重視氫能產業發展，並將其視為能源發展戰略的一部分。值得注意的是，綠氫已成為實現「碳中和」、促進向低碳能源轉型、增強能源安全及傳統產業現代化的新興關鍵戰略。

## 行 業 概 寶

- 市場需求持續增長：在全球推廣去碳化及可持續能源解決方案的推動下，氫能的需求大幅增加。不斷增長的需求受到以下因素的推動：(i)水電解等製氫技術的進步。水電解，尤其是與風能及太陽能等可再生能源結合使用時，可生產碳排放量極低的綠氫，進一步增強其在向低碳經濟轉型過程中的吸引力；及(ii)多功能能源載體的性質，能夠為各個領域提供動力。在交通方面，氫燃料電池汽車是內燃機的理想替代品，具有行駛里程長、加注時間短的特點。同樣，在鋼鐵製造、氨生產及化學加工等行業，氫是碳密集型工藝的低碳替代品，有助於減少溫室氣體排放。此外，在發電及儲能領域，氫能提供的大規模、長時間儲能能力為解決電力供需差距提供了新途徑。此外，氫有望成為確保向數據中心、電信塔、醫院及應急應變系統等關鍵場景提供可靠電力有前景的解決方案。鑑於應用不斷增多，在可預見的未來，氫能的需求將繼續增長。
- 技術發展：氫技術的發展經過了深入的研究和驗證，專注於更清潔、更安全和更經濟的方法。技術上的突破提高了氫能製、儲、運、加、用的效率和安全性，技術進步亦推動了氫能行業的本地化及降低成本。特別是，隨著中國氫能行業核心裝備及零部件的自主生產能力不斷提升，領先的氫能設備製造商將在深耕中國市場的同時，開始探索海外氫能市場更廣闊的發展機遇。

### 中國有利政策及文件

近年，中國相關政府部門推出了多項支持氫能產業及相關次產業發展的有利政策及文件，成為中國氫能產業發展的關鍵驅動力，從而直接惠及產業價值鏈上的所有利益相關者，包括核心裝備製造商（如本公司）以及我們的客戶（如氫燃料電池汽車製造商及氫燃料電池系統製造商）。

## 行 業 概 覽

該等支持政策及文件突顯氫能在能源體系中的戰略重要性，並保障國家能源安全，促進能源結構轉型為綠色低碳。該等政策及文件鼓勵氫能在製、儲、運、用的全價值鏈協調發展。此項重點旨在增強氫能產業整體的競爭力。此外，中國相關政府部門致力於有序推進氫能產業基礎建設，加快建立安全、穩定、高效的氫能網絡。這包括提升裝備製造能力及強化氫能供應體系。此外，中國政府鼓勵氫能在各領域的示範應用，進而促進其商業化。氫能價值鏈的研發及應用各階段的關鍵技術創新均得到大力支持。此外，氫能核心裝備關鍵技術的多種途徑亦將獲積極探索。這些相關政策旨在建立完善的氫能產業標準體系，推動氫能產業的可持續發展。

以下載列中國全氫能產業的重點支持政策及文件：

- 中國政府於2024年3月發佈《2024政府工作報告》，提出積極培育新興產業和未來產業，鞏固擴大智能網聯新能源汽車等產業領先優勢，加快氫能行業等前沿新興產業發展。
- 國家發改委及工信部等七個中國國家部門於2024年3月頒佈《綠色低碳轉型產業指導目錄（2024年版）》。新增氫能全產業鏈專項指導目錄，擴大氫能基礎設施範圍，亦將製氫及製氫設備納入該目錄。
- 工信部等七個中國國家部門於2024年2月發佈《關於加快推動製造業綠色化發展的指導意見》，提出圍繞石化化工、鋼鐵、交通、儲能、發電等領域，構建氫能製、儲、運、用等全產業鏈技術裝備體系。

## 行 業 概 覽

- 國家標準委、國家發改委、工信部及其他三個官方部門於2023年8月發佈《氫能產業標準體系建設指南（2023版）》。該指南的發佈標誌著中國氫能行業標準化的里程碑進程，並通過六個子體系的明確目標，為氫能的製、儲、運、用提供了三年路線圖。
- 國家能源局於2022年10月發佈《能源碳達峰碳中和標準化提升行動計劃》，提出進一步推動氫能產業發展標準化管理，加快完善氫能標準頂層設計和標準體系。
- 國家發改委及國家能源局於2022年3月發佈《氫能產業發展中長期規劃（2021-2035年）》，明確氫能是未來國家能源體系的重要組成部分的戰略定位、是實現綠色低碳轉型的重要載體以及是戰略性新興產業和未來產業重點發展方向。
- 國家發改委、工信部及其他七個國家部門於2021年10月頒佈《「十四五」可再生能源發展規劃》，提出加強研發重點研究儲能、氫能等尖端技術，對氫的製備、儲存、運輸等氫能領域關鍵技術研發及多元化試點應用提出規定。
- 國家能源局於2019年4月印發《中華人民共和國能源法（徵求意見稿）》，氫能被首次正式納入能源的法律定義。

### 有關車載高壓供氫系統及儲氫瓶產業的有利政策及文件

國家及地方政府的支持政策，如相關的「以獎代補」政策以及2020年前的補貼政策，乃透過向氫燃料電池汽車製造商提供激勵推動氫燃料電池汽車產業發展的關鍵，直接惠及價值鏈上的相關零件及設備製造商，包括車載高壓供氫系統及儲氫瓶製造商以及氫燃料電池系統製造商。該等政策透過提供財務支持及鼓勵中國相關示範城市群

## 行 業 概 覽

的形成，促進氫燃料電池汽車的推廣。此外，該等政策亦明確提出氫燃料電池汽車產業中長期發展的規劃及目標，以引導市場參與者。部分地方政府亦積極推出暫時免收高速公路通行費等優惠政策，以促進氫燃料電池汽車的採用。

以下載列中國車載高壓供氫系統及儲氫瓶產業的重點支持政策及文件：

- 於2024年2月，交通部及山東省其他相關官方部門頒佈《關於對氫能車輛暫免收取高速公路通行費的通知》。該政策允許在山東省高速公路行駛的配備ETC設備的氫動力汽車暫時免收高速公路通行費。該政策自2024年3月1日起施行，試行期兩年，有望推動氫燃料電池汽車的需求。
- 於2022年3月，國家發改委及國家能源局頒佈《氫能產業發展中長期規劃(2021-2035年)》，目標是於2025年或之前，氫燃料電池汽車將達約50,000輛。
- 於2021年12月，國務院頒佈《「十四五」現代綜合交通運輸體系發展規劃》。該政策提出推動交通運輸領域能源低碳及多元化，積極推廣新能源和清潔能源交通車輛，進一步降低交通能源消耗。此外，該政策提出選擇合適地區興建近零碳交通示範區，優先發展大眾運輸，倡議綠色出行，推廣新能源運輸工具。
- 於2021年1月，國務院頒佈《促進綠色消費實施方案》。該政策提出大力發展綠色交通消費，有序開展氫燃料電池汽車示範應用，建設加氫站等配套基礎設施。
- 於2020年9月，財政部、工信部、科技部、國家發改委及國家能源局頒佈《關於開展燃料電池汽車示範應用的通知》，提出對符合氫燃料電池汽車示範要求的城市採取「以獎代補」政策，進一步推動氫燃料電池汽車應用，並明確了示範城市群的具體申請要求。至2023年末，五個示範城市群已通過中國政府批准。

## 行 業 概 覽

- 於2020年4月，財政部、工信部、科技部及國家發改委頒佈《關於完善新能源汽車推廣應用財政補貼政策的通知》，其提出對示範城市群採取「以獎代補」政策，就氫燃料電池汽車關鍵技術商業化和在城市群內試驗氫燃料電池汽車獎勵合資格城市群，而非直接給予補貼。該政策亦提出於四年間建立相對成熟的氫能源及氫燃料電池汽車價值鏈，突破關鍵核心技術。

### 有關加氫站行業核心裝備的有利政策及文件

中國相關政府部門推出了支持政策及文件，以推動加氫站建設，刺激過去數年全國加氫站網絡的擴張，並直接惠及加氫站的相關核心裝備製造商。這些支持政策及文件為中國加氫站的發展提出明確的規劃，並設定了針對性的目標(如於2025年或之前建成1,000座加氫站，於2030年至2035年建成5,000座加氫站)。此外，相關政策提出支持利用現有加油站設施改擴建加氫站，探索站內製氫、儲氫和加氫一體化的加氫站等新模式，有望帶動中國加氫站產業核心裝備技術的創新與升級。

以下載列中國加氫站產業核心裝備的重點支持政策：

- 於2022年3月，國家發改委及國家能源局頒佈《氫能產業發展中長期規劃(2021-2035年)》。該政策提出於2025年或之前部署建設多個加氫站的目標。
- 於2021年10月，國務院頒佈《2030年前碳達峰行動方案》，鼓勵有序推進建設充電樁、配套電網、加氣站、加氫站等基礎建設，提高城市公共交通基礎設施水準。
- 於2020年10月，中國汽車工程學會於頒佈《節能與新能源汽車路線2.0》，提出在中國於2025年或之前建成1,000座加氫站及於2030至2035年建成5,000座加氫站。

## 行 業 概 覽

### 有關液氫行業核心裝備的有利政策及文件

由於缺乏完善的標準及相關法規，中國的液氫使用長期以來主要局限於航空航天及軍事領域。於2021年11月，中國政府公佈三項專門針對液氫的國家標準，涵蓋液氫的製、儲、運、用。隨著這些液氫標準框架的建立與完善，中國液氫核心裝備製造商將加強研發力度，加快核心裝備國產化進程，進而促進液氫未來在中國的廣泛應用。

以下載列中國液氫行業核心裝備的重點支持政策及文件：

- 國家市場監督管理總局標準局頒佈GB/T40045-2021《氫能汽車用燃料液氫》，並於2021年11月實施。其規定氫動力汽車燃料液氫的技術指標、測試方法以及儲存及運輸的規定。
- 國家市場監督管理總局標準局頒佈GB/T40060-2021《液氫貯存和運輸技術要求》，並於2021年11月實施。其規定液氫民用儲運過程中固定儲槽的安裝、移動槽車運輸、容器吹掃、更換及安全操作等規定。
- 中國標準管理委員會頒佈GB/T40061-2021《液氫生產系統技術規範》，並於2021年11月實施。其概述民用液氫生產系統的基本配置規定，包括氫氣液化裝置、儲槽配置、氢氣排放等。

## 行業概覽

### 有關水電解製氫設備行業的有利政策及文件

中國政府已實施一套全面的政策，旨在促進水電解技術的進步，促進利用再生能  
源生產氫氣。同時，為配合政府振興水電解產業的舉措，部分地方政府已放寬對水電  
解製氫生產及安裝的限制。該等支持措施將促進對再生能源製氫的需求不斷增長，從  
而為水電解製氫行業的設備製造商帶來豐厚利益。因此，該等製造商預計將獲得巨大的  
增長機會，並增強市場競爭力，推動產業內的進一步創新及發展。

以下載列中國水電解製氫設備行業的重點支持政策及文件：

- 內蒙古自治區當局於2024年2月頒佈《關於加快推進氫能產業發展的通  
知》。該文件允許：(i)在化工園區外建造可再生能源水電解製氫計劃以及製  
氫加氫站；及(ii)可再生能源水電解製氫項目無須取得內蒙古自治區危險化  
學品安全生產許可證。
- 國家能源局於2023年6月頒佈《新型電力系統藍皮書》。該文件鼓勵突破適  
用於可再生能源電解製氫的關鍵技術，包括PEM。
- 國家發改委及國家能源局於2022年3月頒佈《氫能產業發展中長期規劃  
(2021-2035年)》。於2025年或之前，目標是氫燃料電池汽車保有量達約  
50,000輛，部署及建造一批加氫站，可再生能源氫氣生產量將達到每年  
100,000至200,000噸。
- 國家發改委及國家能源局於2022年3月頒佈《「十四五」現代能源體系規  
劃》。該政策提出加強儲能及氫能等尖端技術分部的研發，重點攻克可再生  
能源製氫及氫能儲存、運輸、應用等核心技術，力爭實現氫能全產業鏈關  
鍵技術突破。

## 行 業 概 覽

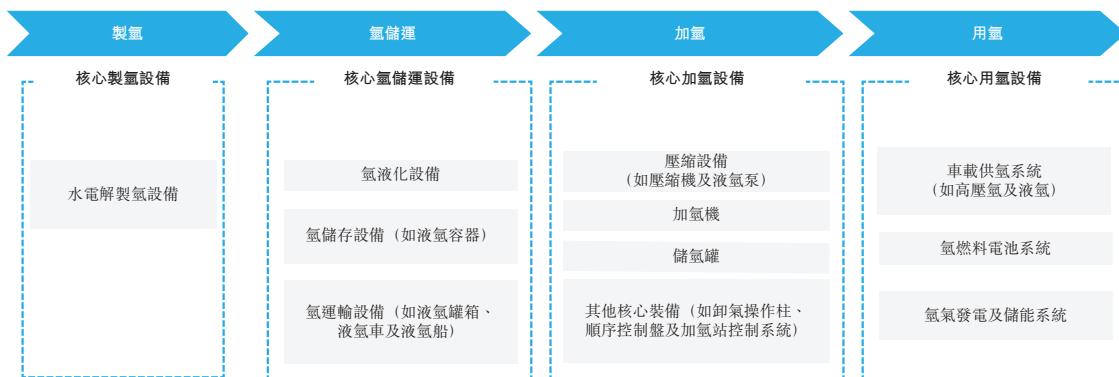
- 國家發改委及國家能源局於2022年1月頒佈《「十四五」新型儲能發展實施方案》。該文件提出加大氫能儲存關鍵技術與設備研發力道。此外，該政策提出進行可再生能源製氫、氫儲存、氫電耦合等氫能儲存示範應用。
- 國家發改委及國家能源局於2021年2月頒佈《關於推進電力源網荷儲一體化和多能互補發展的指導意見》。其提出建構清潔、安全、高效的能源體系，提高清潔能源利用及電力系統運作效率。

### 氫能核心裝備行業概覽

#### 氫能核心裝備定義

氫能核心裝備指氫能產業價值鏈各個階段至關重要的裝置及技術，包括氫能的製、儲、運、加、用。氫能核心裝備在推進涉及氫能商業化及技術應用方面擔當重要角色。

下圖說明氫能產業整個價值鏈所使用的氫能核心裝備：



行業領先企業通過將業務拓展到產業價值鏈的各個環節，為客戶提供涵蓋氫能製、儲、運、加、用的一體化解決方案，為氫能產業的發展作出貢獻。

## 行 業 概 覽

### 氫能核心裝備行業市場主體核心競爭力

在氫能核心裝備行業蓬勃發展的公司透過多種核心能力脫穎而出，這些核心能力共同促成了其成功，並使其與競爭對手中有所區別：

#### 強大的研發能力

氫能產業正處於發展初期，產業生態系仍有待進一步成熟。氫能核心裝備行業龍頭企業抓住機遇，發揮相關領域的技術優勢，在IV型儲氫瓶、液氫製取及儲存設備、70兆帕加氫站設備、水電解製氫設備等關鍵領域搶佔先機。同時，這些領導者積極參與氫能核心裝備行業相關產業標準的發展。這種參與不僅鞏固了其先發優勢，而且亦為行業發展及標準化創造了有利環境。

#### 產品創新及生產能力

產品創新及產能提升的能力是氫能核心裝備行業的核心能力，體現了企業將產品特性配合不斷變化的下游需求的適應能力。例如，隨著對更長續航里程和更高容量氫燃料電池汽車的需求增加，製造商正在見證中國車載高壓儲氫瓶規格的迭代。領先的製造商不僅透過開發新產品，亦透過提高生產能力滿足這些不斷變化的需求。同時，其正在投資生產流程的自動化、數字化及智慧化管理。這項戰略進展有助降低製造成本，提高生產效率並提高產品質量標準，從而最終增強其在市場上的競爭地位。

#### 供應鏈整合能力

供應鏈整合是領先的氫能核心裝備製造商的另一戰略優勢，其特點是與頂級氫能核心裝備供應商建立持久的合作夥伴關係，以促進氫能產業的持續技術演進和升級。同時，這些企業透過融入產業供應鏈及加強研發合作，加快氫能關鍵零件和技術的國產化。

## 行 業 概 覽

### 與優質穩定的客戶建立牢固的關係

氫能核心裝備行業的領先公司利用深厚的產業知識和豐富的經驗來培育、維持和擴大客戶群。彼等在中國氫燃料電池汽車示範城市群的全面覆蓋，以及與知名能源公司、氫燃料電池汽車製造商、氫燃料電池系統製造商等能源領域知名實體的合作，提高了彼等的行業影響力及品牌知名度，確保對其產品的持續需求。此外，氫能核心裝備行業的領先公司能夠根據客戶需求客製化產品和服務，進一步擴大業務範圍並培養客戶忠誠度。

### 前瞻性的戰略方針

行業龍頭企業制定了前瞻性的策略佈局，佈局氫能產業價值鏈各個關鍵環節，為客戶提供氫能製、儲、運、加、用的一體化解決方案。同時，部分產業龍頭企業依託國內市場優勢，積極開拓海外市場，捕捉全球氫能產業發展機會。這種廣泛的參與推動了全球氫工業的成長，並鞏固了這些公司在供應商和客戶產業鏈中的關鍵地位。

### 車載高壓供氫系統行業概覽

#### 氫燃料電池汽車概覽

氫燃料電池汽車是使用氫燃料電池系統作為單一能源或氫燃料電池系統及可充電儲能系統作為混合能源的汽車。氫燃料電池汽車的重要部分包括車載供氫系統及氫燃料電池系統。

下表載列氫燃料電池汽車與純電動汽車和內燃機汽車的比較：

指標	氫燃料電池汽車	純電動汽車	內燃機汽車
機械系統	燃料電池系統	鋰電池	內燃機
加注材料	氫氣	電	汽油或柴油

## 行業概覽

指標	氫燃料電池汽車	純電動汽車	內燃機汽車
環境保護	車輛運行時無碳排放或 污染	污染部分轉移至上游	排放二氧化碳、一氧化 碳、二氧化硫等溫室 氣體
里程	500-800公里	300-600公里	500-700公里
加注／充電 服務基礎設施	加氫站，加注時間： 3-15分鐘	充電站，充電時間：平 均30分鐘至8小時	加油站，加油時間： 5-10分鐘
應用領域	中長途、重載運輸	中短程運輸	普遍適用

資料來源：弗若斯特沙利文報告

氫燃料電池汽車(HFCV)作為汽車產業向低碳能源轉型的主要方向之一，前景廣闊，與傳統內燃機汽車及電動車相比具備多種引人注目的優勢。最顯著的好處之一是加油時間。氫燃料電池汽車可在幾分鐘內完成加油，類似傳統內燃機汽車，為司機提供便利及效率。此與純電動汽車(BEV)相比毫不遜色，即使採用快速充電技術，後者亦需要更長的充電時間。此外，氫燃料電池汽車有較長的續航里程，不僅解決純電動車消費者普遍存在的里程焦慮問題，而且使其成為長距離儲能及運輸的優秀載體。此外，氫燃料電池汽車運作時不存在碳排放或污染。隨著世界不斷尋求可持續和環保的交通解決方案來應對氣候變化，此為至關重要的因素。同時，氫燃料電池汽車的發展亦促進了可再生能源產業的發展，因為可再生能源可通過水電解生產氫氣。這種共生關係可促進可再生能源更廣泛地融入交通運輸領域，增強能源安全並減少對化石燃料的依賴。最後，氫基礎設施不斷進步，如加氫站數量增加以及氫運輸和儲存物流改善，繼續支持著氫燃料電池汽車的推廣。綜合以上優勢，氫燃料電池汽車有可能成為未來汽車低碳能源發展的主要方向之一。

## 行 業 概 寶

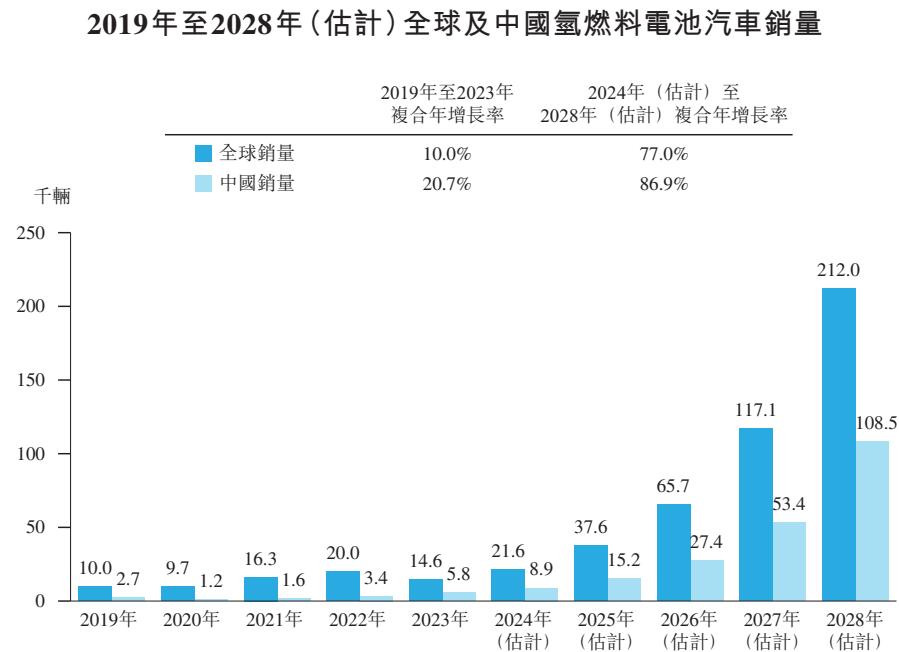
純電動汽車人氣上升導致中國汽車行業的競爭加劇，純電動汽車及氫燃料電池汽車均越來越受到歡迎。純電動汽車的競爭亦鼓勵氫能核心裝備製造商專注於提升氫能相關技術的表現及成本效益等技術進步。創新動力有潛力於氫能製、儲、運、用的各方面取得突破，從而使整個氫能生態系統受益。此外，氫燃料電池汽車製造商可通過強調氫燃料電池汽車相較純電動汽車的固有優勢(如里程更長、加注時間更快以及適合重型應用等)，在快速發展的新能源汽車市場中脫穎而出。此差異化策略對於緊抓細分市場及維持氫燃料電池汽車製造商及相關氫能核心裝備製造商的需求發揮關鍵作用。此外，相較於成熟的純電動汽車市場，中國的氫燃料電池汽車行業仍處於商業化的初始階段。未來，預期政府將採取積極措施，促進氫燃料電池汽車市場的增長，認可其對環境可持續性及能源多元化的貢獻潛力。整體而言，隨著中國尋求向低碳經濟轉型，政府的積極支持及戰略政策干預預計將在推動氫燃料電池汽車市場的商業發展和促進氫能行業所有利益相關者(包括氫能核心裝備製造商)增長方面發揮關鍵作用。

中國氫燃料電池汽車的主要類型是客車、物流車及卡車等商用車，而在國際市場，氫燃料電池汽車的代表性應用是轎車及運動型多用途車(「SUV」)等乘用車。全球氫燃料電池汽車行業銷量相對穩定增長，從2019年的10.0千輛增長到2023年的14.6千輛，複合年增長率為10.0%，預計2028年將達到212.0千輛。

2019年至2023年，中國氫燃料電池汽車行業處於早期啟動階段，銷量從2.7千輛增長至5.8千輛，複合年增長率為20.7%。根據《氫能產業發展中長期規劃(2021-2035年)》的發展目標，預計2025年中國氫燃料電池汽車保有總量將達到約5萬輛。在政策大力支持、核心技術不斷突破及車載高壓儲氫瓶等裝備完善的推動下，中國氫燃料電池汽車銷量將進入快速增長階段。中國預計將成為全球氫燃料電池汽車行業的最大市場，氫燃料電池汽車銷量激增，預計將從2024年的約8.9千輛增至2028年的108.5千輛，複合年增長率約為86.9%。

## 行業概覽

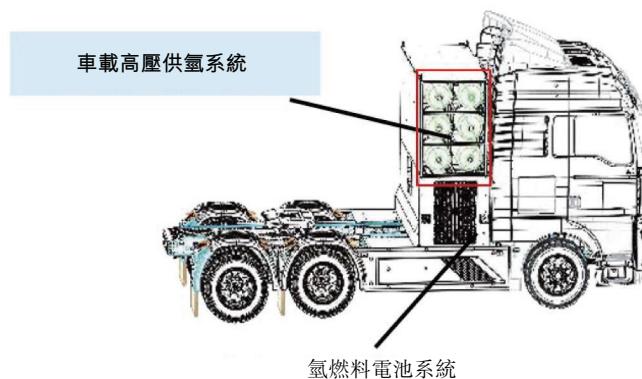
下圖載列2019年至2028年全球及中國氫燃料電池汽車的歷史及預測銷量：



資料來源：中國汽車工業協會、弗若斯特沙利文報告及弗若斯特沙利文對行業專家的訪談。

### 車載高壓供氫系統概覽

車載高壓供氫系統是氫燃料電池汽車現階段供氫系統的主要類型，並作為汽車的能量儲存單元，負責為氫燃料電池電堆儲存及供應氫氣。車載高壓供氫系統主要由高壓儲氫瓶、管閥件、壓力／溫度傳感器、控制系統及其他零件組成。下圖說明氫燃料電池汽車的結構：



## 行業概覽

### 高壓供氫系統內高壓儲氫瓶主要類型的比較

對於高壓氣態儲氫，儲氫瓶按其材料可分為四種：(i)純鋼制金屬瓶(I型)；(ii)鋼製內膽纖維纏繞瓶(II型)；(iii)鋁內膽碳纖維纏繞瓶(III型)；及(iv)塑料內膽碳纖維纏繞瓶(IV型)。目前，車載高壓儲氫瓶是最為廣泛使用的氣態氫儲存方法，是車載高壓供氫系統的核心零部件之一。目前，中國的氫燃料電池汽車主要使用III型儲氫瓶，而IV型儲氫瓶在國外市場已經廣泛使用。中國用於IV型儲氫瓶的技術仍處於起步階段，尚未達到商業規模量產。因此，在中國，同類規格的IV型儲氫瓶價格高於III型儲氫瓶。下表載列不同類型儲氫瓶的比較。

	I型儲氫瓶	II型儲氫瓶	III型儲氫瓶	IV型儲氫瓶
材料	純鋼	鋼製內膽纖維纏 繞	鋁內膽碳纖維纏 繞	塑料內膽碳纖維 纏繞
最大壓力(兆帕)	17.5-20	26-30	30-70	30-70
重量體積比(Kg/L)	0.9-1.3	0.6-1.0	0.35-1.0	0.3-0.8
成本	低	中		高
壽命		15年		15-20年
車用		不適用		適用
主要應用	加氫站等固定儲氫場景			氫燃料電池汽車

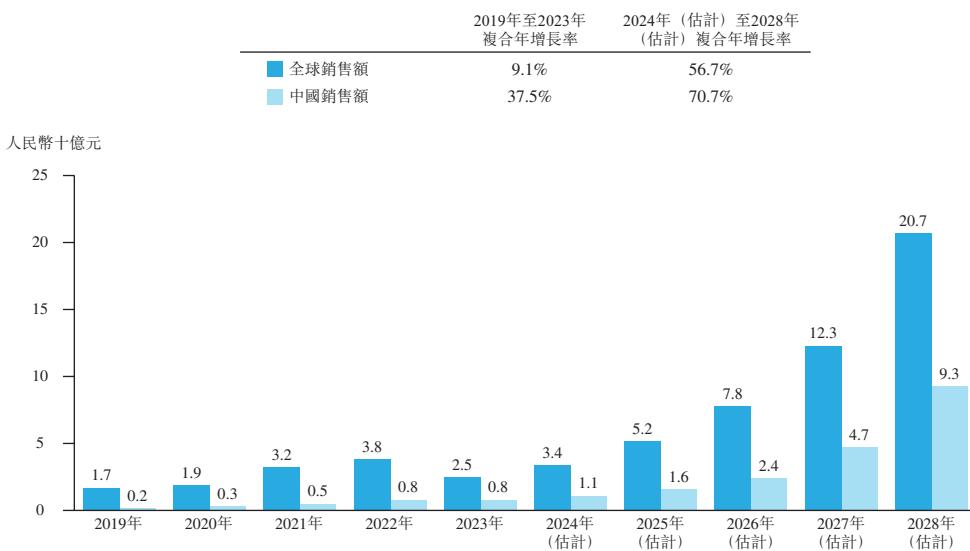
資料來源：弗若斯特沙利文報告

## 行業概覽

### 車載高壓供氫系統行業的市場規模分析

全球及中國的車載高壓儲氫瓶市場在過去五年經歷了增長，預計未來五年將繼續快速擴張。下圖說明2019年至2028年全球及中國車載高壓儲氫瓶的歷史及預測銷售額：

2019年至2028年（估計）全球及中國車載高壓儲氫瓶銷售額<sup>(1)</sup>



#### 附註：

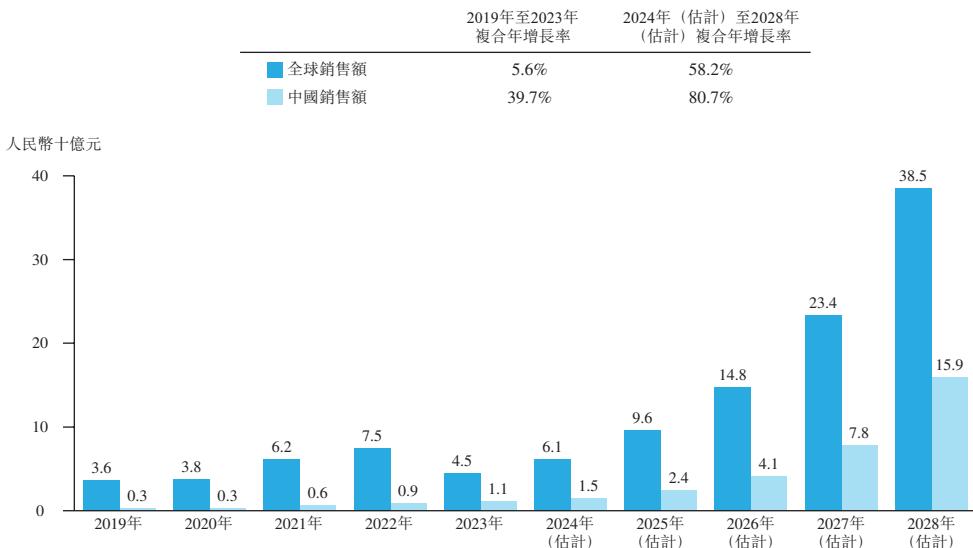
- (1) 車載高壓儲氫瓶銷售額包括：(i)作為單個產品銷售的車載高壓儲氫瓶；及(ii)作為車載高壓儲氫系統零部件銷售的車載高壓儲氫瓶。

資料來源：弗若斯特沙利文報告及弗若斯特沙利文對行業專家的訪談。

## 行業概覽

氫燃料電池汽車行業的增長已經並將繼續推動車載高壓供氫系統市場的發展。全球及中國的車載高壓供氫系統市場在過去五年經歷了增長，預計未來五年將繼續快速擴張。下圖說明2019年至2028年全球及中國車載高壓供氫系統的歷史及預測銷售額：

2019年至2028年（估計）全球及中國車載高壓供氫系統銷售額



資料來源：弗若斯特沙利文報告及弗若斯特沙利文對行業專家的訪談。

### 車載高壓供氫系統行業的市場驅動因素和發展趨勢

- 監管政策將氫作為應對氣候變化的關鍵戰略：作為應對氣候變化及加快能源轉型的重要舉措，越來越多經濟體高度重視氫能產業發展，並視之為能源發展戰略的一部分。氫能已成為加快能源結構轉型升級、培育新經濟增長點的重要解決方案。全球利好政策將進一步推動氫燃料電池汽車的應用及相關核心零部件和設備的發展，從而帶動車載高壓供氫系統行業和車載高壓儲氫瓶行業的增長。
- 氫燃料電池汽車及相關基礎設施體系的持續發展：氫燃料電池汽車降低了傳統內燃機汽車對環境的影響，同時解決了電動汽車里程焦慮及充電時間長的問題。氫燃料電池汽車很可能成為汽車低碳能源發展的主要方向之一。此外，隨著氫能

## 行 業 概 覽

製、儲、運、加等基礎設施體系的不斷建設，預期氫燃料電池汽車需求將進一步增加，從而推動全球及中國市場車載高壓供氫系統行業及車載高壓儲氫瓶行業的發展。

- **儲氫瓶技術提升**：目前，考慮到成本和運行穩定性等因素，中國車載儲氫解決方案短期內以35兆帕的III型儲氫瓶為主。展望未來，考慮到(i)中國批准IV型儲氫瓶生產；(ii)氫燃料電池汽車70兆帕儲氫技術和加氫基礎設施的進步；及(iii)對長續航和大容量車輛的需求不斷增長，中國車載高壓儲氫瓶規格將逐步從35兆帕的III型儲氫瓶拓展至70兆帕的III型及IV型儲氫瓶。

### 車載高壓供氫系統行業的主要進入門檻

- **技術能力門檻**：車載高壓供氫系統行業屬於技術驅動型行業。IV型儲氫瓶核心零部件相關生產技術等一些關鍵技術仍被國外供應商壟斷。同時，儲氫瓶纏繞工藝相對複雜，且車載高壓供氫系統本身技術門檻較高，需要持續的研發投入。此外，高壓儲氫瓶屬於特種設備，必須取得中國主管部門頒發的B3級壓力容器特種設備製造許可證才能生產。這也對製造商的技術能力、生產工藝和質量一致性提出了更高的要求。
- **生產能力門檻**：車載高壓供氫系統行業企業要想擁有強大、穩定的產能，供應鏈控制和資金投入至關重要。建立健全的供應鏈體系有助降低生產風險及增強生產穩定性。此外，企業若能夠在生產設施的設計、開發和建設方面獲得足夠資金投入，則更有可能建立穩定的產能並增強其競爭地位。
- **品牌及客戶認可門檻**：領先的車載高壓供氫系統製造商積極與不同合作夥伴建立緊密的合作關係，以確保穩定產品銷售，提升品牌形象。這些企業憑藉在行業內積累的聲譽，能夠不斷擴大合作規模和範圍。廣泛而多元化的客戶群也為車載高壓供氫系統製造商開拓新產品或新應用場景提供了進一步的增長機會。

## 行業概覽

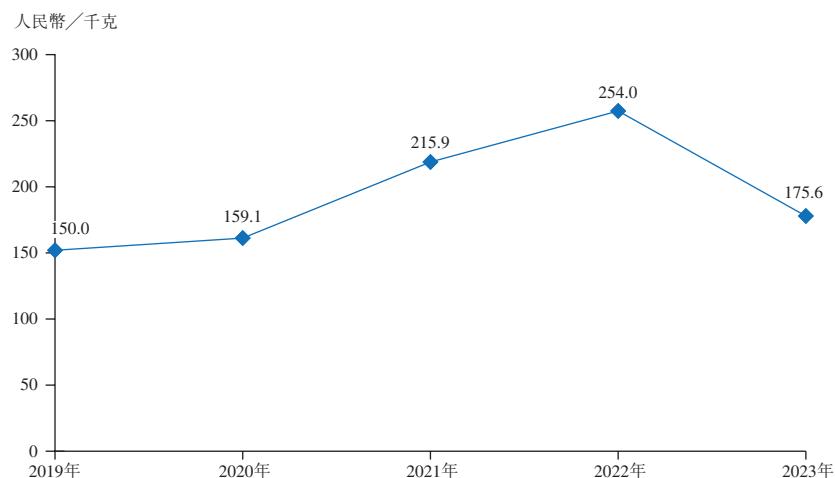
### 中國車載高壓供氫系統的價格分析

為滿足下游氫燃料電池汽車製造商對行駛里程更長、承載能力更大的需求，車載高壓供氫系統正逐步向「大容量、多瓶組」方向發展。因此，過去數年中國車載高壓供氫系統的價格呈整體上升趨勢。就單個車載高壓儲氫瓶而言，隨著原材料國產化比率提高，國內相同規格車載高壓儲氫瓶的價格呈小幅下降趨勢。同時，部分大容量儲氣瓶的出現，加上下游氫燃料電池乘用車對70兆帕儲氫瓶的需求增加，對中國車載高壓儲氫瓶的整體均價造成一定程度的上行影響。展望未來，隨著氫燃料電池汽車獲不斷推廣及相關技術不斷進步，預計日後中國相同規格車載高壓供氫系統及高壓儲氫瓶的價格將逐步下降。

### 車載高壓供氫系統行業的原材料價格分析

車載高壓供氫系統的原材料成本結構主要包括儲氫瓶、管閥件、傳感器及控制器等，其中儲氫瓶佔系統總成本的比例最大。就單個車載儲氫瓶而言，原材料成本結構主要包括碳纖維及鋁內膽等，其中碳纖維佔儲氫瓶總原材料成本50%以上。特別是，碳纖維用作儲氫瓶的加固材料，可提高容器的承載能力和耐用性。作為儲氫瓶的先進材料，由於過去數年國內產量有限及國外出口管制，碳纖維面臨供應限制，導致2021年及2022年價格上升。隨著中國核心技術本土化和產能提高，碳纖維價格已逐步下跌並於2023年達到人民幣175.6元／千克。下圖反映了過去五年中國碳纖維價格的歷史波動：

2019年至2023年中國的碳纖維價格



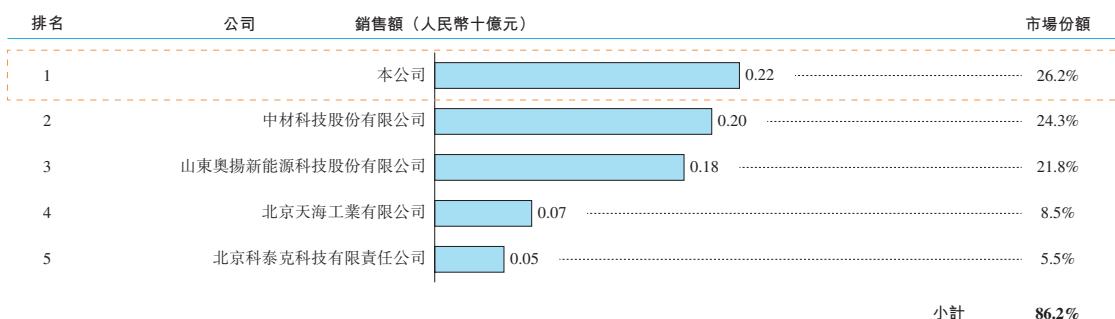
資料來源：弗若斯特沙利文報告、百川盈孚及弗若斯特沙利文對行業專家的訪談。

## 行業概覽

### 中國車載高壓儲氫瓶行業及車載高壓供氫系統行業的競爭格局

車載高壓儲氫瓶行業及車載高壓供氫系統行業均相對集中。於2023年，按銷售額計，前五大參與者合計佔車載高壓儲氫瓶行業市場份額的86.2%。我們在中國所有車載高壓儲氫瓶供應商中排名第一，佔中國車載高壓儲氫瓶行業市場份額的26.2%。下圖說明2023年中國按銷售額計的車載高壓儲氫瓶行業前五大參與者的市場份額資料：

2023年中國按銷售額計的前五大車載高壓儲氫瓶公司<sup>(1)</sup>



附註：

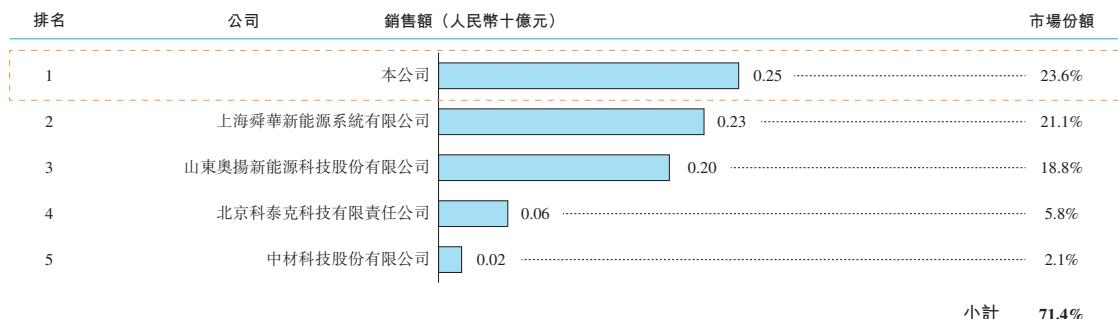
- (1) 車載高壓儲氫瓶銷售額包括：(i)作為單個產品銷售的車載高壓儲氫瓶；及(ii)作為車載高壓儲氫系統零部件銷售的車載高壓儲氫瓶。
- (2) 中材科技股份有限公司，於2001年在北京成立，主要從事車控CNG氣瓶、車用鋼製深拉CNG氣瓶、管束及車載儲氫瓶業務。該公司在深圳證券交易所上市。
- (3) 山東奧揚新能源科技股份有限公司，於2011年在山東省濰坊市成立，主要從事汽車供氣設備系統（包括車載高壓供氫系統）業務。
- (4) 北京天海工業有限公司，於1992年在北京成立，主要從事鋼製無縫氣瓶、纏繞氣瓶、焊接絕熱氣瓶、碳纖維全纏繞複合氣瓶（包括車載儲氫瓶）業務。
- (5) 北京科泰克科技有限責任公司，於2003年在北京成立，主要從事鋁合金內膽、車用複合氣瓶、高壓及超高壓容器（包括車載儲氫瓶）業務。

資料來源：弗若斯特沙利文報告及弗若斯特沙利文對行業專家的訪談。

## 行業概覽

此外，於2023年，按銷售額計，前五大參與者合計佔車載高壓供氫系統行業市場份額的71.4%。我們在中國所有車載高壓供氫系統供應商中排名第一，佔中國車載高壓供氫系統行業市場份額的23.6%。下圖說明2023年中國按銷售額計的車載高壓儲氫系統行業前五大參與者的市場份額資料：

2023年中國按銷售額計的前五大車載高壓供氫系統公司



附註：

- (1) 上海舜華新能源系統有限公司，於2004年在上海成立，主要從事車載供氫系統、加氫站設備、工程及技術服務業務。

資料來源：弗若斯特沙利文報告及弗若斯特沙利文對行業專家的訪談。

## 加氫站核心裝備行業概覽

### 加氫站核心裝備概覽

加氫站通常由壓縮系統、儲存系統及加氫系統組成。該等系統用於氫氣的壓縮、儲存和加注過程。加氫站的核心裝備包括壓縮機、加氫機、儲氫罐以及卸氣操作柱、順序控制盤及加氫站控制系統等其他核心裝備。其中，壓縮機、加氫機及儲氫罐是加氫站的三大主要設備，佔加氫站核心裝備成本的80%以上。

以下為加氫站核心裝備的簡介：

- **壓縮機**：壓縮機是對儲氫系統加壓並注入氫氣的核心裝備。壓縮機最重要的性能指標是輸出壓力和氣體密封性能。
- **加氫機**：加氫機負責為氫燃料電池汽車加注氫燃料。加氫機的主要技術指標是加氫壓力。

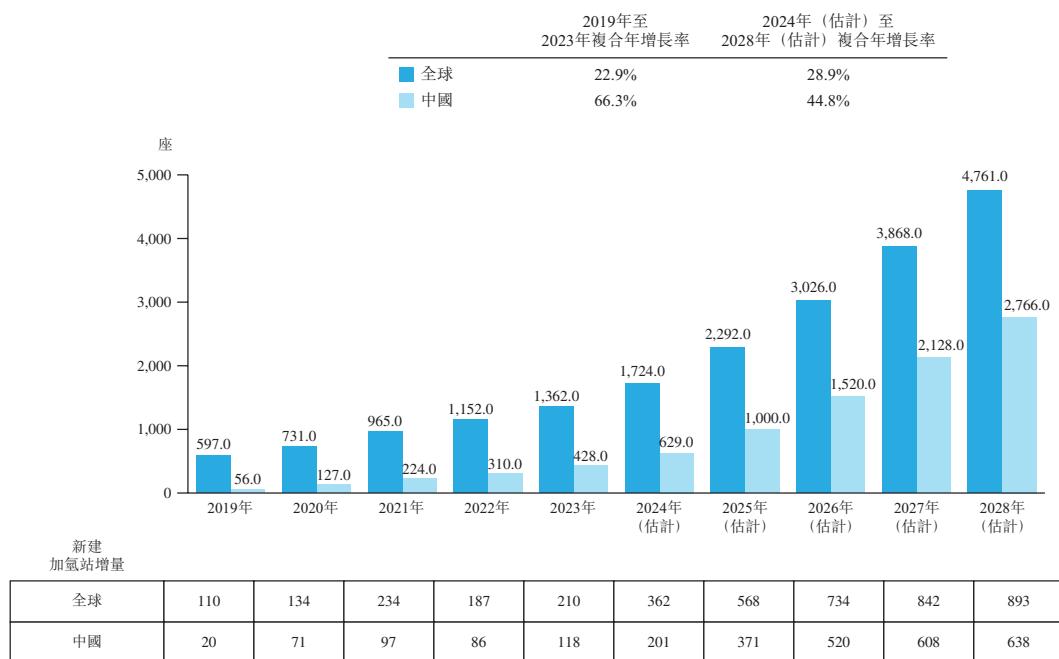
## 行業概覽

- **儲氫罐**：儲氫罐是加氫站的儲存容器。儲氫的安全性極為重要，儲氫罐的關鍵性能指標是儲存壓力。
- **其他核心裝備**：其他核心裝備（如卸氣操作柱、順序控制盤及加氫站控制系統）與卸氫及控制整個加氫站步驟（視情況而定）有關。

### 加氫站行業設備的市場規模分析

隨著支持政策出台及下游應用不斷增加，全球及中國加氫站市場在過去五年快速增長。然而，目前中國已建的加氫站數量較少。具體而言，於2023年末，中國約有105,800個化石燃料加油站，但在全國範圍僅建成428個加氫站。這主要是由於中國氫能行業尚在商業化的初期階段。按已建加氫站數量計，預計未來中國仍會是全球最大市場，加氫站網絡規模遠超其他國家。下圖說明2019年至2028年全球及中國的已建加氫站的歷史及預測累計數量：

2019年至2028年（估計）全球及中國已建加氫站累計數量



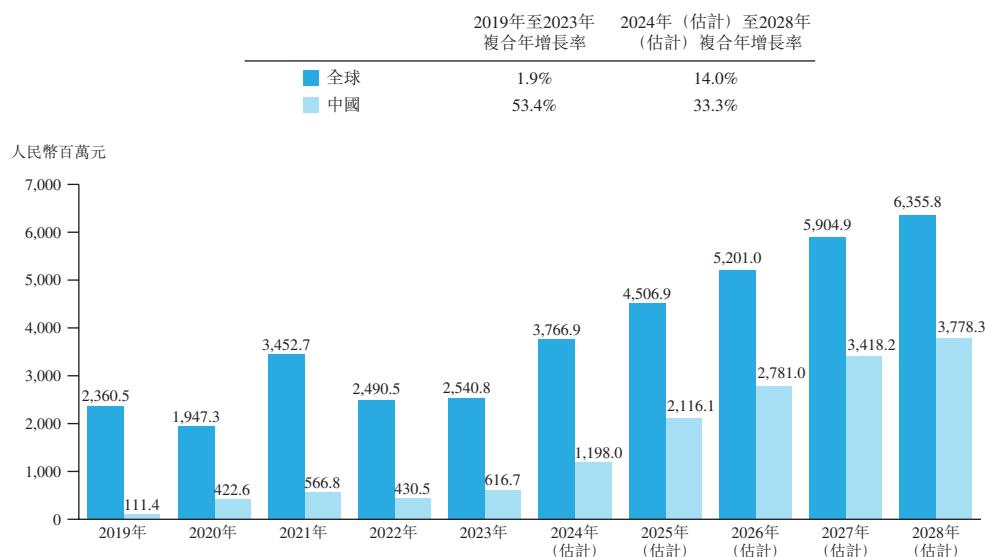
資料來源：國際能源署(IEA)、弗若斯特沙利文報告、日本燃料電池商業化會議、氫能委員會、中華人民共和國國務院、各省／市政府官方網站及弗若斯特沙利文對行業專家的訪談。

## 行業概覽

全球及中國新建加氫站增量分別由2019年的110座及20座大幅增加至2023年的210座及118座。在氫能基礎設施建設支援政策的推動下，未來加氫站的增長趨勢預計將持續。全球及中國新建加氫站增量預計將由2024年的362座及201座增加至2028年的893座及638座。

下圖說明2019年至2028年全球及中國新建加氫站核心裝備歷史及預測銷售收入：

2019年至2028年（估計）全球及中國新建加氫站核心裝備銷售收入



資料來源：弗若斯特沙利文報告及弗若斯特沙利文對行業專家的訪談。

### 加氫站核心裝備的市場驅動因素和發展趨勢

- 政策支持全球及中國加氫站行業的發展：全球主要國家和地區對加氫站的發展提出了明確的規劃和部署。例如，日本已發佈《氫能基本戰略》，計劃到2030年達到900座加氫站。美國以加利福尼亞州為重點佈局加氫站，計劃到2030年實現1,000座加氫站。《韓國氫經濟路線圖2040》計劃於2040年在韓國建設1,200座加氫站。在中國，《節能與新能源汽車技術路線圖2.0》提出到2025年建設1,000座加氫站，2030年至2035年建設5,000座加氫站。

## 行 業 概 覽

- 氢燃料電池汽車的推廣推動加氫站普及化：隨著氫燃料電池汽車在全球及中國推廣，加氫站的建設正在加速，投運的加氫站數量也將實現快速增長。與此同時，中國五個燃料電池汽車示範應用城市群的建設亦正在加速推進，核心技術也在不斷演變，氫能產業鏈正在逐步完善，這將迎來加氫站建設及營運的高峰期，從而帶動加氫站核心裝備的增長。
- 加氫站核心裝備的技術將進一步提升：目前，中國在加氫站關鍵技術和設備方面與國外同行仍有一定差距。展望未來，中國旨在發展高壓氣態氫存儲與液氫儲存及加氫技術的整合。為優化土地資源的利用和營運效率，未來綜合能源站的數量可能增加，其中以油氫合建站作為主要模式。

### 中國加氫站設備及相關產品供應商的主要進入門檻

- 技術門檻：節能加氫技術及混合增壓多級加注技術是加氫站核心裝備及相關產品領先供應商的關鍵技術，需要豐富的技術儲備和強大的研發能力，以不斷提升加氫站的安全性和性能。
- 設備產能門檻：壓縮機、加氫機及儲氫罐的性能參數決定了加氫站的整體加氫能力和儲氫能力。加氫站設備及相關產品的供應商需要在既定的加氫站規模的條件下匹配複雜的設備參數和設備數量，以實現加氫站的最佳和最經濟的設備配置。
- 客戶門檻：加氫站的建設面臨挑戰，包括客戶群相對穩定及難以獲得長期客戶合作。此外，油氫合建站已成為近年來中國新建加氫站的新興模式。由於中國大多數油氫合建站由領先的石油或天然氣國企建設，因此與該等國有能源企業建立持久穩定的業務夥伴關係對加氫站設備及相關產品供應商屬必要。

## 行業概覽

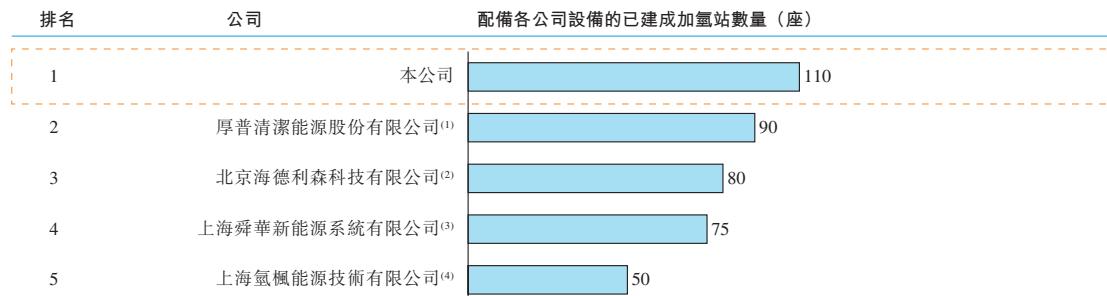
### 中國加氫站核心裝備的價格分析

受技術進步及規模經濟的推動，過去數年中國具有同等加注壓力及能力的加氫站核心裝備的價格呈下降趨勢。然而，於2020年，受COVID-19疫情影響，中國加氫站核心裝備的價格略為上漲。展望未來，隨著加氫站核心裝備的國產化能力持續提高及正在建設的加氫站數量增加，預計該類設備在中國的價格將進一步下降。然而，建設70兆帕加氫站及液氫加氫站將導致對相關核心裝備的需求增加，其相關核心裝備的價格通常較高，因此對中國加氫站核心裝備的整體平均價格造成影響。

### 中國加氫站設備及相關產品供應商的競爭格局

截至2023年底，中國已建成的加氫站數量達到428座，其中110座加氫站配備我們的加氫站設備及相關產品，佔已建成加氫站總數的25.7%。於2023年，我們在中國所有加氫站設備及相關產品供應商中排名第一。下圖說明2023年中國按配備供應商設備的已建成加氫站數量計的加氫站設備及相關產品五大供應商的市場份額：

**2023年中國按配備各公司設備的已建成加氫站數量劃分的加氫站設備及相關產品五大供應商**



## 行 業 概 覽

### 附註：

- (1) 厚普清潔能源股份有限公司，於2005年在四川省成都成立，是中國領先的清潔能源公司。其用作加氫站設備的產品包括壓縮機、加氫機、儲氫罐、卸氣操作柱及順序盤等。其目前於深圳證券交易所上市。
- (2) 北京海德利森科技有限公司，於2001年在北京成立，是一家致力於提供全系列定制化加氫站核心裝備的高壓及超高壓系統綜合服務提供商，提供便攜式和固定式的加氫站核心裝備解決方案。
- (3) 上海舜華新能源系統有限公司，於2004年在上海成立，是氫氣系統整體解決方案及核心裝備提供商。其用作加氫站設備的產品包括撬裝式加氫站、加氫機、H<sub>2</sub>卸氣操作柱及SCADA系統等。
- (4) 上海氫楓能源技術有限公司，於2016年在上海成立，是中國的綜合氫技術解決方案提供商。其用作加氫站設備的產品包括壓縮機、加氫機、卸氣操作柱及順序盤等。

資料來源：弗若斯特沙利文報告及弗若斯特沙利文對行業專家的訪談。

### 液氫行業核心裝備概覽

#### 液氫概覽

液氫行業涵蓋與氫氣液化有關的活動以及液氫的儲、運、加、用。在氫氣液化過程中，將氣態氫轉化為液氫的冷卻及液化十分重要，因為氫在環境溫度及壓力下是一種氣體。通過將溫度降低至低溫水平，氫氣從氣態轉變為液態，體積也會顯著減少，從而為所需的高能量密度應用提供緊湊且高效的解決方案。液氫的優點是能夠在常壓下達到極高的儲存密度。飽和液氫在1巴氣壓下的密度約為70 kg/m<sup>3</sup>。因此，液氫是實現大規模儲氫和長距離運輸的合適解決方案。此外，液氫具有純度高、超低溫的特點，已在發達國家應用於高端製造和超導儲能領域，展現出廣闊的應用前景。

#### 氫氣液化

氫氣液化技術涉及將氫氣從氣態轉化為液態的過程。根據不同的液化方法，常見的氫氣液化技術有三種：預冷型Linde-Hampson法、Claude法、Brayton法。

## 行 業 概 覽

具體而言，由於Linde-Hampson法有效率低、單位能耗高及液化產出率低等缺點，其主要適用於小規模液氫生產。相比於採用氦氣膨脹的Claude法，採用氬氣膨脹的Claude法在絕熱條件下利用壓縮機將氬氣壓縮成高壓氣體，然後經過冷卻及膨脹過程使氣體液化。其特別適用於日產能超過5噸的大規模液氫生產。目前，世界上大多數大型氬氣液化設施均基於氬氣膨脹的Claude法。由於過程複雜且成本高昂，Brayton法尚未廣泛用於大規模液氫生產。

### 液氫儲運

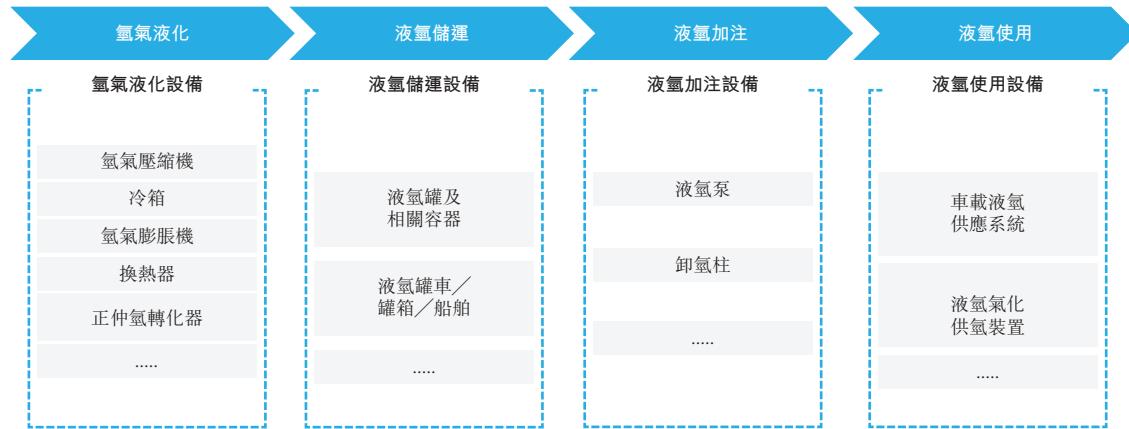
液氫儲運是指以液態儲運氬氣的技術及過程。在此情況下，氬氣通常被儲存在極低的溫度下，以無色透明、低密度的液體形式存在。低溫液氫儲存是一種物理儲存形式，需將氬氣冷卻至-253°C以下以轉化為液態。液氫隨後儲存在專門設計的低溫真空容器中。低溫液氫儲存通常採用特別設計的雙層隔熱儲罐，以盡量減少外部熱傳導對液氫的影響。低溫液氫儲存的關鍵是液氫儲罐的設計和性能。由於技術限制，中國的液氫儲運技術主要應用於航空航天和軍事領域。儘管液氫容器已在航空航天領域使用，但目前高昂的製造成本為中國民用液氫的廣泛應用和使用帶來挑戰。

低溫液氫的運輸方式包括液氫罐車、液氫罐箱及液氫運輸船。液氫罐箱是低溫液氫運輸的核心裝備，尤其適用於多式聯運。由於液氫具有極低的沸點、低潛熱及易蒸發等特性，儲存液氫需要使用具有優良隔熱性能的液氫罐。隨著液氫需求持續增長，中國液氫行業將需要加大在低溫液氫運輸領域的投入，提升商業化水平，以更好地適應全球液氫運輸的發展趨勢。

## 行業概覽

### 液氫產業鏈所用的核心裝備

液氫行業的核心裝備主要包括氫氣液化設備、液氫儲運設備和液氫加注設備。下圖說明液氫產業鏈中所用的核心裝備：



### 液氫核心裝備行業的市場驅動因素和發展趨勢

- 液氫需求增加及經濟優勢：**在大規模用氫及長途運輸的情況下，液氫比高壓氣態氫更具經濟效益。與高壓氣態氫存儲相比，液氫的最大優勢是密度高。液氫罐車的運輸能力一般為2.5-3.3噸，是20兆帕氣態氫長管拖車單次運輸能力的六至八倍，且液氫罐車的重量減少約30%，更適合氫的大規模儲存及運輸。在技術進步及對長途、大容量氫運輸的需求不斷增長的推動下，預計未來液氫行業將持續增長。隨著液氫規模的擴大，氫氣液化及相關儲運設備的單位成本將進一步下降。
- 液氫核心裝備國產化：**長期以來，由於缺乏完善的標準及相關法規，液氫在中國的應用主要局限於航空航天及軍事領域，阻礙了其在民用領域的廣泛應用。於2021年11月，中國政府批准並發佈三項液氫國家標準，涵蓋液氫的製、儲、運、用。由於中國政府建立並完善了液氫標準體系，中國的液氫設備製造商將進一步加大研發力度，加快核心裝備的國產化進程，從而推動液氫在中國的規模化應用，實現液氫核心裝備的國產化替代。

## 行 業 概 覽

- **工業應用需求不斷增加：**不同於美國，液氫已廣泛應用於電子、冶金、石化、氫燃料電池等領域，中國液氫在民用領域的應用目前尚處於起步階段，未來具有巨大的發展潛力，特別是在氫能重載運輸、石油精煉、電子及高端製造領域。超純氫廣泛應用於電子、石化、高端製造等行業。作為一種高效、易獲得的超低溫介質，液氫有望在各個領域逐漸取代液氦。這種轉變在傳統使用液氦的工業應用中尤為顯著，從而導致對液氫的需求不斷增長。例如，液氫有望在超導磁體冷卻等關鍵領域中替代液氦。液氫在工業領域的新興應用將進一步刺激液氫需求的增長。

### 液氫核心裝備行業的主要進入門檻

- **技術門檻：**液氫核心裝備行業的技術門檻包括低溫傳熱和節能膨脹技術。實現並維持進行液化氫氣的極低溫度需要低溫學和真空技術方面的專業知識。此外，節能膨脹技術的發展需要熱力學及機械工程方面的專業知識。
- **生產能力門檻：**由於所需製造工藝的專業性，液氫核心裝備行業的產能進入門檻極高。該等工藝需要能夠處理低溫條件的精密生產及檢測設備、嚴格的質量控制措施以及對能夠承受極端溫度的材料進行複雜的供應鏈管理。同時，需要持續投入建立及擴大液氫核心裝備的產能，以提高生產規模經濟效益及成本效益。

### 中國液氫行業的競爭格局

2023年以前，中國的氫氣液化總產能維持在約每日5至8噸，這些氫氣液化生產設施主要用於航空航天及軍事領域。近期，包括國有企業、民營企業及國際公司在內的各類公司正在中國進行氫氣液化設備的研發、測試及產能建設。

## 行業概覽

於2023年，我們成功交付中國首台日產能達10噸的大型民用氫氣液化設備。此外，我們是國內首家將氫膨脹製冷氫氣液化法作民用的企業。展望未來，在利好政策、液氫標準體系完善及相關氫氣液化項目發展的推動下，中國的氫氣液化產能將進一步增長，預計於2030年將達到每日700至1,000噸。

同樣，由於中國的氫氣液化能力弱，國內對液氫儲運設備的需求也較小，因此過去很少有國內公司在該領域進行部署。近來，隨著氫氣液化技術在民用領域的發展，幾家領先的中國公司在液氫儲運設備方面取得了卓越的進步。於2023年，我們成功交付了中國首台用於大型民用液氫工廠的200立方米液氫容器。

### 水電解製氫設備行業概覽

#### 水電解製氫及水電解製氫設備概覽

水電解製氫涉及利用電將水分解成氫氣及氧氣的電化學過程。該反應發生在水電解製氫設備中。水電解製氫設備的核心部件主要由電解槽和氣液分離系統、氫氣純化系統等輔助系統組成。電解槽是水電解製氫設備的核心部件，佔整個設備成本的大部分。

#### 主要水電解製氫方法概覽

目前，水電解製氫方法主要分為ALK水電解、PEM水電解、固體氧化物電解池水電解和AEM水電解。

ALK水電解技術憑藉低成本優勢和高技術成熟度，已成為主流方法，在國際上佔據主導地位。同時，由於與可再生能源的高度兼容性和優異的電解效率，PEM水電解技術預計將逐漸成為未來製氫市場的主要技術。同時，SOEC和AEM水電解技術也展現出發展潛力。這兩項技術目前正處於實驗、測試和研發階段。

## 行業概覽

### ALK水電解的運作原理

ALK水電解是一種成熟的水電解技術。ALK水電解的基本原理涉及使用KOH及其他鹼溶液作為電解液，並使用無紡布（由含氟或氟氯聚合物製成）作為膜片。在直流電的作用下，水電解產生氫氣和氧氣，在電解池的陰極和陽極處釋出。雖然ALK水電解製氫技術成熟，但存在鹼液流失、腐蝕、高能耗及需要更多佔地面積等問題。

### PEM水電解的運作原理

PEM水電解目前處於市場化的早期階段。其主要部件包括具有質子交換能力的膜以及緊密連接至膜兩側的陰極及陽極催化層。與ALK水電解相反，PEM水電解使用質子交換膜作為固體電解液，而非膜片和鹼電解液。此外，其利用純水作為製氫原料，避免潛在的鹼污染和腐蝕問題。

### ALK水電解與PEM水電解的比較

ALK水電解的優點：(i) ALK水電解是一種成熟的技術，能夠大規模產生氫氣；(ii)該技術被公認為是中國一種經濟的水電解製氫方法，可在成本效益與高性能之間取得最佳平衡；及(iii)中國ALK水電解製氫設備的國產化程度相對較高。

PEM水電解的優點：(i) PEM水電解需要的佔地面積相對較少，因此空間效益高；及(ii)其對可再生能源的適應性較高源於其無縫應對間歇性電力供應的能力，將其定位為與可再生能源系統整合的理想製氫技術。

ALK水電解的缺點：ALK水電解製氫需要相對較高的耗電量，並需要高度穩定的電力供應基礎設施。

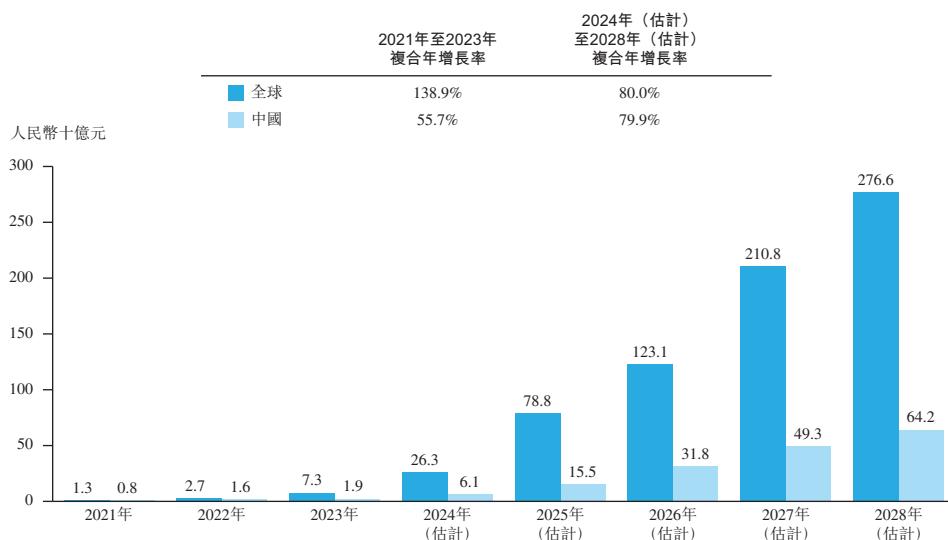
PEM水電解的缺點：PEM水電解是目前在中國早期商業化階段的新興製氫技術，與較成熟的ALK水電解相比，其成本優勢並不明顯。

## 行業概覽

### 水電解製氫設備行業的市場規模分析

在氫氣需求不斷增長以及相關水電解技術進步的推動下，全球及中國水電解製氫設備行業的市場規模按收入計保持穩定增長，預計未來幾年將繼續保持增長趨勢。下圖說明2021年至2028年全球及中國水電解製氫設備歷史及預測銷售收入：

2021年至2028年(估計)全球及中國水電解製氫設備收入



資料來源：弗若斯特沙利文報告及弗若斯特沙利文對行業專家的訪談。

### 水電解製氫設備的市場驅動因素和發展趨勢

- 全球利好的監管環境：氫能在全球過渡至可持續能源系統發揮了關鍵作用。能源獨立及安全正成為全球政府關注的重點，這推動了水電解製氫設備行業的增長。該戰略重點旨在通過採用低碳能源來減少對傳統化石燃料的依賴、加強國家能源安全及應對氣候變化。政府正在通過一系列政策促進水電解製氫設備的技術創新、減少成本及擴大產能。
- 可再生能源的持續發展：利用可再生能源發電的成本不斷下降，預期水電解製氫設備的生產成本將進一步降低，從而增強其經濟優勢。此外，電轉氣(「PTG」)成為處理能源消耗及電網穩定性問題的理想解決方案。PTG涉及通過水電解製氫技

## 行 業 概 寶

術將多餘的電力轉化為氫氣，隨後將其儲存在儲氫容器（如液氫罐車）中，以供日後在更廣泛的地理區域使用。作為PTG解決方案的核心部件，水電解製氫設備在提高清潔能源的高效利用方面發揮著舉足輕重的作用。

- *ALK與PEM水電解技術相結合*：ALK與PEM水電解製氫技術相結合加強了風光耦合，提高了製氫效率並降低了離網場景下的電網配置和控制難度。未來將會有更多ALK和PEM結合的水電解製氫項目。

### 水電解製氫設備行業的主要進入門檻

- **技術能力門檻**：水電解製氫設備屬技術密集型行業，要求企業具備先進的電化學技術及工程設計能力。在提高電解效率、降低能源消耗及延長電解槽使用壽命方面不斷進行技術創新和生產工藝創新，是企業進入行業並保持行業競爭力的關鍵。
- **生產能力門檻**：水電解製氫設備行業的企業需要投入大量資金建設大型設施及其他配套基礎設施以及配備人員。同時，這些企業需要建設供應鏈體系，以確保水電解製氫設備穩定生產。

### 中國水電解製氫設備的價格分析

近年來，在技術不斷突破、相關核心部件國產化以及可再生能源成本下降的推動下，中國水電解製氫設備的價格呈下降趨勢。隨著技術持續創新，國內製造能力擴大以及可再生能源生產的大規模發展，預計中國水電解製氫設備的價格未來將繼續呈下降趨勢，推動廣泛應用，並有助於向可持續能源體系過渡。

### 水電解製氫設備行業的競爭格局

於2023年，中國的ALK水電解製氫設備行業有超過30家主要參與者。該等公司積極參與密集的研發活動，旨在提高ALK水電解製氫設備在高峰時段的氫產能，同時降低設備成本。目前，ALK市場仍被視為處於發展初期。於2023年，按銷售收入計，

## 行 業 概 覽

前五大ALK水電解設備供應商佔據超過50%的市場份額。於2023年，有超過15家知名公司專門從事PEM水電解技術。然而，中國的PEM市場正處於商業化的初期階段，每家公司的業務規模都相當小。因此，目前無法獲得PEM公司的可靠市場份額數據。

目前，中國ALK水電解製氫設備市場的技術和價值鏈相對成熟。同時，PEM水電解製氫設備具有快速響應的優勢。這兩種技術的融合可能會帶來大量的機遇，並引領氫能行業的創新進步。我們是中國少數同時擁有這兩種水電解製氫設備生產能力的幾家領先公司之一，有能力在ALK和PEM技術之間進行動態選擇，以探索成本與效率之間的更佳平衡。