



液氧甲烷火箭中國拔頭籌 朱雀二號成功發射升空

助力下階段研製可複用火箭 明年面向市場小批量交付

點讚
中國

香港文匯報訊（記者 焦紅瑞、于海江 黑龍江連線報道）

「三、二、一，點火！」在震耳欲聾的巨響中，朱雀二號遙二火箭騰空而起。12日上午9點，由藍箭航天空間科技股份有限公司（以下簡稱藍箭航天）自主研製的朱雀二號遙二液氧甲烷運載火箭，在中國酒泉衛星發射中心發射升空，火箭進入預定的軌道，試驗任務取得圓滿成功。

這是全球首枚成功入軌飛行的液氧甲烷火箭，標誌着中國運載火箭在新型低成本液體推進劑應用方面取得重大突破。此次任務成功驗證了朱雀二號火箭各系統方案，為下階段的可複用火箭研製打下堅實基礎。



◆7月12日，由藍箭航天自主研製的朱雀二號遙二液氧甲烷運載火箭，在酒泉衛星發射中心發射升空。
受訪者供圖

以液氧甲烷為推進劑的朱雀二號遙二運載火箭為兩級構型，箭體直徑3.35米，全箭高度49.5米，起飛重量219噸，起飛推力268噸。整流罩最大直徑3.35米，全長8.237米。火箭一級採用4台天鵝80噸級液氧甲烷發動機並聯，二級採用1台天鵝80噸級液氧甲烷發動機和1台天鵝10噸級游動液氧甲烷發動機組合而成。

遙二取得飛行成功，對於藍箭來說有驚喜，因為公司準備了三發試驗箭去完成試驗驗證的過程，因此第二發取得成功會加速藍箭發展進程。藍箭航天董事長兼CEO張昌武透露，此次發射前，遙三火箭已經進入總裝階段。隨着遙二任務取得成功，藍箭航天將於2024年面向市場進行小批量交付，2024年發射3至4發，2025年再翻一倍。同時，藍箭航天已經啟動可重複使用火箭項目，預計於2025年取得重大進展。

2016年藍箭航天剛成立不久，就開始在內部論證自主研製液體火箭發動機和運載火箭。選擇哪種燃料組合作為未來商業火箭的推進劑，成為擺在藍箭航天決策者和工程師面前的關鍵問題。

液氧甲烷綜合性能好成本低

作為追求商業利益的火箭，商業火箭對低成本、高頻次、可重複使用有着強烈的需求。而相比航天煤油，甲烷可以工業化大批量生產、價格便宜，其液態時的溫度與液氧接近，使用維護要求也相近。另外，甲烷燃燒產物潔淨，無積碳，發動機使用後無需清洗，重複使用場景下對發動機的維護保養相比液氧、煤油要友好得多。因此，甲烷是一種非常適合商業火箭使用的推進劑。

藍箭航天董事長兼CEO張昌武表示，液氧甲烷是民用化和工業化程度很高的推進劑，擁有成本優勢；此外，對於未來發展可重複使用的運載火箭而言，綜合性能較優、燃燒之後的積碳問題比較容易解決，能夠減少發動機重複使用時的清洗工作，降低可重複使用火箭的維護成本。

發動機完成近10萬秒地面試車

作為第一批「吃螃蟹」的民營航天公司，多年來，藍箭航天聚焦於商業航天應用市場摸索前進，尤其在被譽為火箭「心臟」的發動機研發上不斷取得突破。「民營航天本身也是中國航天一分子，並不能純粹從商業和市場角度去考慮企業的發展和定位，我們更關注行業本身的技術意義和是否能夠取得技術突破。」在張昌武看來，民營火箭公司要選擇差異化的技術路線，立足於技術創新、模式創新、核心技術自主可控取得突破，而不是複製國家隊已經取得的成果。

張昌武說，「朱雀二號火箭採用的天鵝系列發動機，目前已經累計完成了將近10萬秒的地面試車，是目前國內成熟度最高的液體火箭發動機之一。」

值得一提的是，今年早些時候，美國Relativity Space（相對空間）公司等另外兩枚液氧甲烷火箭在進入軌道的首次嘗試中失敗了。因此，中國藍箭航天的朱雀二號發射任務實現了全球領先的技術水平。

研「自生增壓」技術 解決補氣難題

特稿

對於藍箭航天來說，朱雀二號的成功可以說是多年磨一「箭」。從公司成立以後，藍箭航天一直在進行較為超前的技術嘗試，但此前經歷了連續的失敗。2018年10月，藍箭航天研發的國內首枚民營火箭朱雀一號運載火箭在酒泉發射，但該箭搭載的衛星未能成功入軌，發射任務最終失敗。

朱雀一號發射失利之後，藍箭航天已經將目光轉移至液氧甲烷運載火箭方面，希望實現液體甲烷運載火箭的技術跨越。2022年12月，藍箭航天在酒泉衛星發射中心首次發射其自主研製的朱雀二號液氧甲烷運載火箭。該次發射最終由於二級主機關機後游機異常關機，導致任務失敗。

液氧甲烷是一種典型的「雙低溫」推進劑組合，面對甲烷這個「新生兒」，它在冷卻、受熱、增壓、輸送等過程中都容易出現問題。藍箭航天相關工程師給香港文匯報記者做了一個比喻，「媽媽們都知道孩子用奶瓶喝奶時，時不時要鬆開奶嘴，讓空氣往奶瓶裏回流一些，不然奶就吸不出來了。火箭的貯箱也是如此，當貯箱的推進劑向發動機大量流出的時候，需要往貯箱裏補充氣體，不然貯箱內的氣壓降低得過快，下游「吃奶」的發動機就吃不到推進劑了，開始鬧脾氣了。」

為解決這一問題，藍箭航天工程師們想到，在朱雀二號的火箭發動機中，利用甲烷優良的冷卻性能，對燃燒室進行冷卻，而甲烷經過燃燒室的冷卻通道後，正好變成了氣體甲烷。如果從這裏抽出一些甲烷氣，正好可以解決氣體來源的問題。液體推進劑經過發動機加熱後，變成氣體用於貯箱增壓，這種技術在火箭領域稱為「自生增壓」，好比一個孩子喝奶的時候，自己會往奶瓶裏吹氣，完美解決奶瓶補氣的問題。

◆香港文匯報記者 焦紅瑞、于海江 哈爾濱報道

▶香港文匯報曾於2022年12月6日A7對藍箭航天進行專題報道。



液氧甲烷來源廣成本低

小知識

所謂的液體火箭是指採用液體推進劑燃料的發動機作為動力系統的火箭，相對應的固體火箭，則是採用固體推進劑為燃料的發動機作為動力系統。相較於目前的主流火箭所使用的固體推進劑，以及液態氧或其它新型燃料，液氧甲烷被視為相對更加清潔和經濟的選擇。

相比其他固體、液氧煤油或液氫液氧發動機，液氧甲烷發動機推進效率高，推進劑燃燒無積碳，隔熱需求大幅下降，而且甲烷推進劑可從天然氣、油田氣、可燃冰等中分離，來源廣泛，價格便宜，可以進一步降低火箭的成本，非常適合用於可重複使用火箭或飛行器。

整理：香港文匯報記者 于海江



◆朱雀二號是國內首款液氧甲烷運載火箭，也是中國在研的最大民營運載火箭。
受訪者供圖

「像造汽車一樣造火箭」 大膽採用民用材料設備

香港文匯報訊（記者 焦紅瑞、于海江 哈爾濱報道）香港文匯報記者在藍箭航天了解到，在天鵝發動機和朱雀二號火箭的研製過程中，藍箭航天盡可能地採用「民間」產品，逐漸將航天級、宇航級產品「拉下神壇」。

在選擇火箭動力技術路線時，藍箭航天大膽地採用了天然氣這一隨處可見的民用燃料做火箭燃料。不管是發動機研發的頻繁試車還是發射試驗的加注，甲烷都可以做到隨時隨地供應，避免了供應保障風險。產品還採用了許多通用型貨架部組件，如標準件、電氣開關、部分傳感器等，引入了大量以前從未涉足航天領域的民營企業供應商夥伴，將工業市場常見的工藝、材料、設備引入航天發動機的研發和製造中。這些層出不窮的創新舉措使成本降低一個數量級成為可能。

目前，藍箭航天具有自主知識產權的火箭發動機已實現100%的社會化供應，火箭箭體和航電系統中工業品、貨架產品、自研品的替代比率也在逐漸增加。這不僅有利於降低成本，更重要的是，保障了批量化造火箭的供應安全，降低了被「卡脖子」的風險。

擬用不銹鋼製造火箭貯箱

據了解，藍箭航天的下一個目標是使用不銹鋼代替鋁合金製造火箭貯箱。作為大宗工業品，不銹鋼獲取方便、價格低廉、更易加工。採用不銹鋼這種「民間」材料，讓「像造汽車一樣地造火箭」不再是一個夢想。

使「民間」產品滿足上天的要求並不是一件輕而易舉的事。藍箭航天在引進工業品製造火箭的過程中經歷了長期、嚴格的試製和驗證過程。公司成立以來，就十分重視與供應商的共成長、共進步。藍箭航天對供應商提供研發支持、專業指導、研發費用分擔，推動供應商夥伴挖掘自身研發潛力，促進產品的升級。

目前，藍箭航天已建立了穩定持續、自主可控的商業化供應網絡，供應商總數超過350家，其中民營供應商佔比67%。這其中有部分企業在此前並沒有參與航天配套的經驗，也缺乏對航天質量標準的認識。對此，藍箭航天建立了一整套供應鏈數字化管理工具，與核心供應商實現了關鍵信息的實時同步交互。

中國載人登月三步走 擬2030年前發射長十

香港文匯報訊 據中新社報道，第九屆中國（國際）商業航天高峰論壇12日在武漢開幕。中國載人航天工程副總設計師張海聯在論壇上介紹了中國載人登月初步方案。張海聯指出，中國載人月球探測發展將分三步走。第一步是「關深」階段，完成關鍵技術攻關和方案深化論證；第二步為登月階段，計劃2030年前實現載人登陸月球；第三步是月球科考與開

發階段，探索建造月球科研試驗站，開展系統連續的月球探測和相關技術試驗驗證。

張海聯介紹稱，經前期論證分析，中國載人登月初步方案擬採用環月軌道對接這一飛行方案。具體而言，採用兩枚運載火箭分別將月面著陸器和載人飛船送往環月軌道進行交會對接，航天員從飛船進入月面著陸器。其後，月面著陸器與飛船分離，下降著陸於月面預定區

域，由航天員開展科學考察與樣品採集。在完成既定任務後，航天員將乘坐著陸器上升至環月軌道，與飛船交會對接。航天員將月球樣品等轉移至飛船，飛船與著陸器分離，進行月地轉移返回地球。

據了解，為完成這項任務，中國科研人員正在研製長征十號運載火箭、新一代載人飛船、月面著陸器、登月服、載人月球車等。