



چین

فصلنامه صنایع هوافضای

تابستان ۱۴۰۴ | شماره ۱۸ | سال دوم



www.techchina.ir



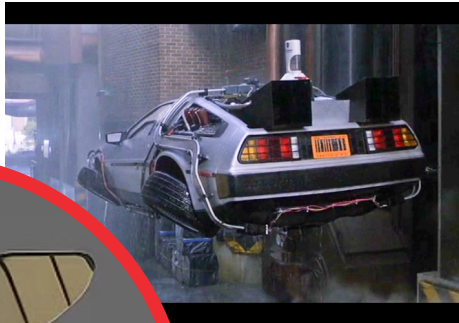
@fanavarichin

چین بیمارستان فضایی
تاسیس می کند

اولین تیلت روتور
سر نشین دار چین به
پرواز درآمد

کمک پهپادها به
اصلاح ژنتیکی گندم

اینترنت ماهواره ای چینی به
سرعت ۵ برابر استارلینک
دست یافت



تاکسی های هوایی، از رویای
هالیوود تا واقعیت چین

ریزپرنده پشهای چین
چه قابلیت هایی دارد؟



اخبار صنعت هوایی و فضایی چین

تابستان ۱۴۰۴

دفتر همکاری فناوری سفارت جمهوری اسلامی ایران در پکن

با همکاری:

گروه مطالعاتی چین نگار

و

اسپاش؛ پایگاه خبری فضا و نجوم ایران



در چهار دهه‌ی اخیر، جمهوری خلق چین با اتخاذ راهبردهای جامع توسعه علمی و فناوریانه، گام‌های بلندی در مسیر تبدیل‌شدن به یکی از قدرت‌های برتر صنعت هوافضا برداشته است. این کشور با اتکا به سیاست‌های ملی نوآوری، سرمایه‌گذاری کلان در آموزش، پژوهش و زیرساخت‌های فناوریانه، و نیز حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان، توانسته است زنجیره‌ای کامل از طراحی، تولید و بهره‌برداری در حوزه‌های هوانوردی و فضاپیمایی ایجاد کند.

برنامه‌های راهبردی همچون «ساخت چین ۲۰۲۵»، «برنامه فضایی ملی» و «چشم‌انداز فضایی ۲۰۳۵»، مسیر توسعه‌ای منسجم را برای پیشرفت فناوری‌های کلیدی از جمله موتورهای بومی، سامانه‌های ناوبری، ماهواره‌های مخابراتی و پرتابگرهای سنگین ترسیم کرده‌اند. چین امروز نه تنها در زمینه اکتشافات فضایی - از فرود بر ماه و مریخ تا ساخت ایستگاه فضایی تیان‌گونگ - به دستاوردهای چشمگیری دست یافته است، بلکه در صنایع هوانوردی غیرنظامی و نظامی نیز به سطح بالایی از خودکفایی و رقابت‌پذیری بین‌المللی رسیده است.

این پیشرفت‌ها، افزون بر تقویت توان فناوریانه و امنیت ملی، آثار گسترده‌ای بر رشد اقتصادی، ارتقای جایگاه علمی و افزایش تعاملات بین‌المللی چین بر جای گذاشته است. همکاری‌های فزاینده در زمینه‌هایی نظیر سنجش از دور، ارتباطات ماهواره‌ای، پروازهای تجاری و اکتشافات مشترک فضایی، گویای نقش فزاینده‌ی چین در شکل‌دهی به نظم نوین فناوری جهانی است.

فصلنامه «صنعت هوافضای چین» با هدف ارائه تحلیلی جامع و مستند از سیاست‌ها، دستاوردها و چالش‌های این کشور در حوزه هوانوردی و فضا تدوین شده است. در این مجموعه، با بهره‌گیری از منابع معتبر و تحلیل روندهای کلیدی، تلاشی شده است تصویری دقیق، به‌روز و کاربردی از جایگاه کنونی و مسیر آینده چین در این صنعت راهبردی ارائه شود.

امید است این فصلنامه بتواند ضمن ارتقای شناخت پژوهشگران، سیاست‌گذاران و فعالان صنعتی ایران از تحولات هوافضای چین، زمینه‌ساز گسترش همکاری‌های علمی، فناوریانه و صنعتی میان دو کشور در مسیر توسعه‌ی پایدار و صلح‌آمیز فضا گردد.

عبدالرضا رحمانی فضلی

سفیر جمهوری اسلامی ایران - پکن

فهرست مطالب



علم و فناوری فضایی ۷

فضایپیمای انتحاری چین برای دفاع در برابر سیارک‌ها ۸

آیا ابرمنظومه ماهواره‌های چینی فقط اینترنت ارائه می‌دهد؟ ۱۰

فضانوردان چینی اکسیژن و سوخت تولید کردند ۱۶

توسعه مخابرات نسل ششم از مسیر منظومه‌های ماهواره‌ای مدار پایین ۱۸

رشد بازار اطلاعات فضایی با ورود به عصر رایانش مداری ۲۰

ورود هوش مصنوعی به ماموریت‌های سرنشین‌دار چین ۲۲

چین بیمارستان فضایی تأسیس می‌کند ۲۴

رکورد جدید دمایی در فضا با ذوب آلایژ مقاوم در شرایط بی‌وزنی ۲۶

موفقیت آزمایش فرودگر سرنشین‌دار، مسیر ماموریت قمری چین را هموار کرد ۲۸

توسعه سامانه راداری تله‌پاتی در چین ۳۰

برگ برنده تازه چین در میدان جنگ الکترونیک ۳۲

پنل‌های خورشیدی رول شونده ابتکار جدید چینی‌ها برای کاهش حجم ماهواره‌ها در هنگام پرتاب ۳۴

چین برای نخستین بار ماهواره راداری مخصوص پایش نواحی استوایی پرتاب کرد ۳۶

آغاز آزمایش موتورهای پلاسما در چین ۳۸

سوخت‌گیری فضایپیمای چینی در مدار ۳۶۰۰۰ کیلومتری ۴۰

نسل جدید ماهواره‌بر سوخت مایع چین معرفی شد ۴۳

صنعت هوایی ۴۵

- اولین تیلتروتور سرنشین‌دار چین به پرواز درآمد ۴۶
- چین در صدد تغییر ساختار زنجیره تامین هوانوردی ۴۸
- رکوردشکنی شرکت چینی در برد تاکسی هوایی ۵۳
- تاکسی‌های هوایی، از رویای هالیوود تا واقعیت چین ۵۵

پهپادها ۶۱

- بازرسی پهپادی برای افزایش ایمنی شبکه توزیع برق ۶۲
- آینده لجستیک هوایی با پهپادهای چینی رقم می‌خورد ۶۴
- پهپاد عمودبر خاست با موتور جت بر روی ناوهای چینی می‌آید ۶۷
- کمک پهپادها به اصلاح ژنتیکی گندم ۶۹
- پهپاد جاسوسی چینی اهداف رادار گریز را تا شعاع ۵۰۰ کیلومتری شناسایی می‌کند ۷۲
- پهپاد باری چینی مسیر ده ساعته را در یک ساعت طی کرد ۷۴
- ساخت شنل نامرئی هوشمند برای پهپادهای رادار گریز ۷۶
- پهپاد غول‌پیکر نظامی چین به جنگ طوفان رفت ۷۹
- محافظت از زمینهای کشاورزی به کمک پهپادهای طیف‌سنجی ۸۱
- نگاهی به دستاوردهای اخیر اقتصاد ارتفاع پایین در چین ۸۴
- سنجش از دور پهپادی در خدمت حفظ بناهای تاریخی ۹۱
- نخستین پهپاد باری جهان با بهره‌گیری از پیش‌ران‌ش لی‌زری ۹۴
- ریزپرنده پشه‌ای چین چه قابلیت‌هایی دارد؟ ۹۶

آزاد ۹۸

- اینترنت ماهواره‌ای چینی به سرعت ۵ برابر استارلینک دست یافت ۹۹
- نگاهی به فعالیت‌های فضایی اخیر چین ۱۰۱
- کشورهای در حال توسعه، هدف نخستین انجمن بین‌المللی فضایی چین ۱۱۴
- لیزر ۲ واتی چین از استارلینک پیشی گرفت ۶۲
- گسترش نفوذ فضایی چین در آفریقا؛ از نامیبیا تا نیجریه ۶۳
- چین دومین اپراتور ماهواره‌ای جهان شد ۶۴
- همکاری چین و کشورهای عربی در حوزه ماهواره‌های هواشناسی ۶۷
- نیروگاه هوایی چین، آماده پرواز می‌شود ۶۸
- چین در حال گسترش نفوذ جهانی از مسیر دیپلماسی فضایی ۷۰
- صنعت فضایی تجاری چین در رقابت جهانی ۷۲
- نقشه راه جدید چین برای توسعه بخش ارتباطات ماهواره‌ای ۷۵
- راهکار تازه چین برای حل بحران ازدحام مداری ۷۷



علم و فناوری فضایی



فضاپیمای انتحاری چین برای دفاع در برابر سیارک‌ها

چین قصد دارد ماموریت آزمایشی برخوردی را برای بررسی امکان‌پذیری دفاع از زمین در برابر سیارک‌های بالقوه خطرناک اجرا کند. طبق توضیحات آکادمی مهندسی چین (Chinese Academy of Engineering) در این طرح، ابتدا یک فضاپیمای رصدگر به هدف نزدیک شده و با بررسی نزدیک، داده‌های فیزیکی دقیقی سیارک را گردآوری می‌کند. سپس فضاپیمای برخوردگر با سرعت بالا به سیارک اصابت خواهد کرد. در ادامه، هر دو فضاپیما به همراه رصدخانه‌های زمینی و فضایی، رویداد را با استفاده از فناوری‌های تصویربرداری پیشرفته ثبت و نتایج را با دقت بالا ارزیابی خواهند کرد.

ماموریت تیان‌ون ۲ و ایجاد سامانه ملی دفاع سیارکی

در سال‌های اخیر، سازمان ملی فضایی چین (CNSA) پروژه‌هایی برای اکتشاف و دفاع در برابر سیارک‌های نزدیک زمین آغاز کرده است.

در ۲۹ مه ۲۰۲۵، کاوشگر تیان‌ون ۲ (Tianwen 2) پرتاب شد که دو مأموریت اصلی دارد: نخست، جمع‌آوری نمونه از سیارک نزدیک زمین با نام HO32016 و سپس اجرای یک مطالعه پروازی بر روی دنباله‌دار کمربند اصلی 311P.

دانشمندان چینی یک معماری دفاعی در نظر دارند که سه مرحله اصلی دفاع سیارکی را پوشش می‌دهد: هشدار زودهنگام، واکنش در مدار و آمادگی در سطح سامانه. این طرح شامل ایجاد یک شبکه یکپارچه پایش و هشدار زمین-فضا است که قادر خواهد بود سیارک‌ها را شناسایی، ارزیابی ریسک و هشدارهای لازم را صادر کند.



آیا ابرمنظومه ماهواره‌ای چینی فقط اینترنت ارائه می‌دهد؟

در دهه‌های گذشته، نبرد برای تسلط بر فضا بیشتر در قالب رقابت توسعه فناوری و پرتاب‌های فمادین جلوه می‌کرد، اما امروز معادله تغییر کرده است. چین در حال ساخت منظومه‌ای ماهواره‌ای است که می‌تواند از سطح اینترنت ماهواره‌ای فراتر رفته و به سنگ بنای عملیات نظامی آینده بدل شود.



مقام‌های دفاعی آمریکا مدت‌هاست نگرانند که منظومه ماهواره‌ای گِووانگ (Guowang) در چین، به ارتش این کشور همان سطحی از اتصال جهانی را بدهد که نیروهای آمریکایی اکنون با استفاده از استارلینک (Starlink) شرکت اسپیس‌ایکس (SpaceX) در اختیار دارند. اما شواهد نشان می‌دهد که گِووانگ چیزی فراتر از یک نسخه بومی از اینترنت پهن‌بند تجاری است و می‌تواند در درگیری‌های احتمالی در اقیانوس آرام غربی به ارتش چین مزیت تاکتیکی بدهد.

دو مسیر متفاوت: گِووانگ و چیانفان

مدیریت این ابرمنظومه بر عهده شرکتی به نام چاینا سنت نت (China SatNet) است که در سال ۲۰۲۱ توسط دولت چین تأسیس شد. این شرکت هیچ وب‌سایتی ندارد و تاکنون اطلاعات اندکی از خود منتشر کرده است. مقام‌های چینی نه جزئیاتی درباره قابلیت‌های این ماهواره‌ها منتشر کرده‌اند و نه نشانه‌ای مبنی بر عرضه خدمات به مصرف‌کنندگان مشاهده شده است.

در کنار گِووانگ، چین پروژه دیگری به نام چیانفان (Qianfan) را نیز در دست اجرا دارد که بیشتر به استارلینک شباهت دارد. ماهواره‌های چیانفان تخت طراحی شده‌اند تا روی ماهواره‌برها راحت‌تر سوار شوند؛ رویکردی که پیش‌تر اسپیس‌ایکس در استارلینک به کار برد. نخستین ماهواره‌های این منظومه که قرار است به ۱۳۰۰ عدد برسند، سال گذشته به فضا پرتاب شدند.

برخلاف استارلینک، ماهواره‌های گِووانگ توسط چندین شرکت مختلف ساخته می‌شوند و روی انواع گوناگونی از ماهواره‌برها پرتاب می‌شوند. این ساختار بیشتر شبیه پروژه استارشیلد (Starshield) اسپیس‌ایکس

برای مقاصد نظامی و همچنین رله داده و رهگیری موشکی آژانس توسعه فضایی آمریکا (Space Development Agency) است. گوانگ (که معنای آن شبکه ملی است) ممکن است به چیزی شبیه میلنت (MILNET) در آمریکا نزدیک باشد. میلنت پروژه‌ای مشترک بین نیروی فضایی آمریکا (US Space Force) و دفتر شناسایی ملی (National Reconnaissance Office) به اختصار (NRO) است و در بودجه سال ۲۰۲۶ دولت آمریکا در نظر گرفته شده است. یکی از گزینه‌های در حال بررسی، استفاده از ماهواره‌های استارشیلد برای ایجاد یک شبکه توری هیبریدی (hybrid mesh network) است که کاربردهای گوناگون نظامی داشته باشد.



پرتاب ماهواره‌های
گوانگ

شتاب گرفتن پرتاب‌ها

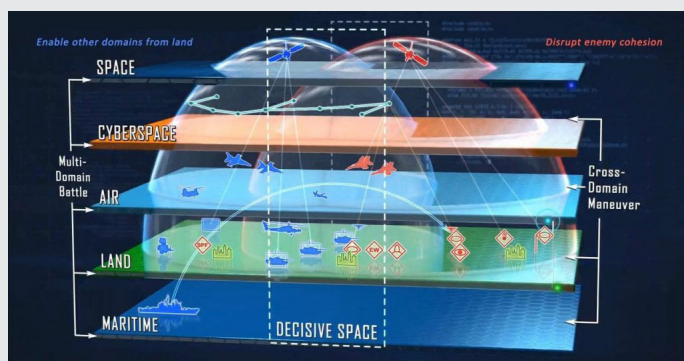
در هفته‌های اخیر سرعت پرتاب ماهواره‌های گوانگ تقریباً با استارلینک برابری کرده است. از ۲۷ ژوئیه تاکنون چین پنج گروه ماهواره گوانگ

پرتاب کرده، در حالی که اسپیس‌ایکس شش مأموریت استارلینک با ماهواره‌بر فالکون ۹ (Falcon 9) انجام داده است. هر پرتاب فالکون ۹ می‌تواند تا ۲۸ ماهواره استارلینک را حمل کند، اما ماهواره‌برهای چینی بین ۵ تا ۱۰ ماهواره گوانگ را در مدارهایی سه تا چهار برابر بالاتر قرار داده‌اند. تاکنون ۷۲ ماهواره گوانگ از دسامبر گذشته در مدار قرار گرفته‌اند که تنها بخش کوچکی از ناوگان ۱۲,۹۹۲ ماهواره‌ای ثبت‌شده چین در اتحادیه بین‌المللی مخابرات (ITU) است. طبق اسناد ارائه‌شده به ITU، گوانگ دو لایه مداری خواهد داشت: یکی در ارتفاع ۵۰۰ تا ۶۰۰ کیلومتری (مشابه استارلینک) و دیگری در ارتفاع حدود ۱۱۴۵ کیلومتری. همه ماهواره‌های پرتاب‌شده تا امروز به مدار بالاتر فرستاده شده‌اند. این ارتفاع بالاتر ظرفیت حمل هر ماهواره‌بر را محدود می‌کند، اما در مقابل، برای پوشش جهانی به تعداد کمتری ماهواره نیاز است.

زنجیره‌گشونده و نبرد فضایی

اسپیس‌ایکس تاکنون نزدیک به ۲۰۰ ماهواره استارشیلد برای NRO پرتاب کرده است. هدف نهایی در ایالات متحده، چه از طریق پروژه SDA، چه میلنت، و چه طرح‌های دیگر، ادغام هزاران ماهواره مدار پایین در عملیات رزمی است؛ یعنی رهگیری اهداف متحرک در زمین و هوا، هدف‌گیری خودروها و انتقال فرمان‌ها میان نیروهای متحد. در اصطلاح نظامی، این شبکه تشخیص، رهگیری، هدف‌گیری و حمله زنجیره‌گشونده (kill chain) نامیده می‌شود. مقامات نیروی فضایی آمریکا توسعه چنین شبکه‌ای را هدف گرفته‌اند. ایالات متحده سال‌هاست توانایی ردیابی فعالیت دشمنان از فضا را دارد،

اما بخش‌های دیگر زنجیره گُشده (مانند هدف‌گیری و شلیک) هنوز در مراحل آزمایشی و آزمایشگاهی‌اند. برخی برنامه‌های چند میلیارد دلاری نیروی فضایی هنوز حتی به سکوی پرتاب نرسیده‌اند. قرار است آژانس توسعه فضایی نخستین نسل بیش از ۱۵۰ ماهواره خود را امسال پرتاب کند؛ ماهواره‌هایی که می‌توانند موشک‌های بالستیک کوچک‌تر و موشک‌های مافوق صوت را تشخیص داده و داده‌های هدف‌گیری را برای رهگیرهای زمینی و دریایی ارسال کنند.



زنجیره گُشده

برتری احتمالی چین

چین ممکن است در تکمیل این زنجیره از آمریکا جلوتر باشد. ماهواره‌های استارشیلد فعلی عمدتاً برای جمع‌آوری اطلاعات طراحی شده‌اند، در حالی‌که منظومه ماهواره‌ای موشک‌یاب و انتقال داده نیروی فضایی آمریکا هنوز پرتاب نشده است. در همین حین، گزارش‌های رسانه‌های چینی نشان می‌دهد ماهواره‌های گوانگ می‌توانند انواع محموله‌ها را حمل کنند: ارتباطات پهن‌بند، ترمینال‌های ارتباط لیزری، رادار روزنه مصنوعی (SAR) و محموله‌های سنجش از دور اپتیکی. ترکیبی که اکثر

قابلیت‌های استارلینک، استارشیلد، منظومه ماهواره‌ای SDA و طرح میل‌نت را همین الان دارد.

ژنرال آنتونی ماستالیر (Anthony Mastalir)، فرمانده نیروهای فضایی آمریکا در منطقه هند-اقیانوس آرام، گفته بود که چین در حال الگوبرداری از موفقیت‌های آمریکا در ایجاد معماری‌های گسترده ماهواره‌ای است. با این تفاوت که چین هنوز ماهواره‌برهای قابل‌استفاده مجدد ندارد. چند شرکت چینی روی این فناوری کار می‌کنند، اما اسپیس‌ایکس هم‌اکنون ماهواره‌بر فالکون ۹ خود را بارها بازیافت کرده و همزمان ماهواره‌های استارلینک و استارشیلد را در تعداد بالا می‌سازد. در چین برخلاف اسپیس‌ایکس، ترکیبی از شرکت‌های دولتی و خصوصی وظیفه تولید و پرتاب ماهواره‌ها را بر عهده دارند. سرعت پرتاب‌های چین در سال جاری حدود نصف اسپیس‌ایکس بوده، اما موج اخیر پرتاب‌های گوانگ نشان می‌دهد کارخانه‌های توسعه ماهواره و ماهواره‌بر این کشور سرعت بیشتری گرفته‌اند. به باور کارشناسان، معماری فضایی چین برای ردیابی ناوهای هواپیمابر آمریکا و هواپیماهای ارزشمند مانند تانکرها و آواکس‌ها طراحی شده است. این بخشی از راهبرد جلوگیری از مداخله آمریکا در منطقه است. اکنون فضا به عرصه رقابت نظامی بدل شده و با سرعت گرفتن پرتاب‌های گوانگ، چین گام‌های بلندی در مسیر ایجاد یک شبکه فضایی نظامی برمی‌دارد که می‌تواند معادلات ژئوپلیتیکی را تغییر دهد.



فزانوردان چینی اکسیژن و سوخت تولید کردند

فزانوردان چین برای نخستین بار موفق شدند در ایستگاه فضایی، اکسیژن و ترکیبات مورد استفاده در تولید سوخت حامل‌های فضایی را با فناوری فتوسنتز مصنوعی تولید کنند. این دستاورد می‌تواند یکی از پایه‌های اصلی پشتیبانی از حضور طولانی‌مدت انسان در مدار و سفرهای آتی به ماه و فراتر از آن باشد.

در این آزمایش‌ها، با استفاده از کاتالیست‌های نیمه‌رسانا (Semi-conductor Catalysts)، گاز دی‌اکسیدکربن و آب به اکسیژن و هیدروکربن‌ها تبدیل شد. فتوسنتز مصنوعی قلیدی از فتوسنتز گیاهان است، اما در دمای اتاق و فشار عادی عمل می‌کند و انرژی بسیار کمتری

نسبت به سامانه‌های مرسوم نیاز دارد. پژوهشگران چینی همچنین موفق شدند اتیلن (Ethylene) تولید کنند؛ هیدروکربنی که به عنوان سوخت حامل‌های فضایی کاربرد دارد. این دستاورد می‌تواند گام مهمی در مسیر تحقق هدف چین برای اعزام فضانوردان به ماه تا پیش از سال ۲۰۳۰ باشد.

تولید سوخت‌های متنوع در آینده

علاوه بر تولید اکسیژن و اتیلن، آزمایش‌ها شامل بررسی انتقال و جداسازی گاز در شرایط ریزگرانش و همچنین آشکارسازی آنی محصولات واکنش بود. بنا بر اعلام سازمان فضایی سرنشین‌دار چین (China Manned Space)، با تغییر نوع کاتالیست‌ها، امکان تولید سوخت‌های دیگری همچون «متان» (Methane) نیز وجود خواهد داشت. در حال حاضر، سامانه‌های پشتیبانی حیات در ایستگاه فضایی بین‌المللی (International Space Station) بر پایه تجزیه آب با استفاده از برق حاصل از پنل‌های خورشیدی عمل می‌کنند. این روش اگرچه کارآمد است، اما نزدیک به یک سوم کل انرژی ایستگاه را مصرف می‌کند.



توسعه مخابرات نسل ششم از مسیر منظومه‌های ماهواره‌ای مدار پایین



دانشمندان چینی موفق به تحقق پیشرفتی بزرگ در فناوری پرتوسازی دیجیتال برای ماهواره‌های مدار پایین شدند؛ دستاوردی که می‌تواند مسیر توسعه نسل ششم ارتباطات را هموار کند.

آزمایشگاه پنچنگ (Pengcheng Laboratory) و دانشگاه فناوری هاربین (Harbin Institute of Technology) توانستند در پروژه‌ای مشترک، امکان‌پذیری پرتوسازی دیجیتال چند آنتنه (multi-antenna digital beam-forming) در ارتباطات ماهواره‌ای مدار پایین را به اثبات برسانند. این دستاورد گامی مهم در به‌کارگیری نظریه ارتباطات مشارکتی (collaborative communication theory) چین در پیوندهای ماهواره‌ای محسوب می‌شود و پشتوانه‌ای کلیدی برای توسعه اتصال پرسرعت و فراگیر نسل ششم ارتباطات (6G) فراهم می‌کند.

غلبه بر چالش حرکت پرسرعت ماهواره‌ها

یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها در ارتباطات ماهواره‌ای مدار پایین، سرعت بالای حرکت این ماهواره‌هاست. پژوهشگران برای حل این مسئله الگوریتم رهگیری جدیدی طراحی کردند که داده‌های مداری ماهواره را با برآورد دقیق زاویه ترکیب می‌کند. این روش با بهره‌گیری از معادلات حرکت ماهواره و اندازه‌گیری زاویه در لحظه، به دقتی بهتر از ۰,۱ درجه دست یافته است. چنین دقتی امکان پایداری بالای ارتباطات و طراحی سامانه‌های جدید برای پیکربندی‌های گسترده ماهواره‌ای را فراهم می‌آورد.

به‌کارگیری موفق پرتوسازی دیجیتال چند آنتنه، طراحی تازه‌ای برای سامانه‌های ارتباطی مدار پایین ارائه می‌دهد و از ایجاد منظومه‌های ماهواره‌ای بزرگ‌مقیاس و بالن‌های استراتوسفری پشتیبانی می‌کند. این فناوری بستر لازم را برای ساخت، بهره‌برداری و خدمات‌رسانی شبکه توان محاسباتی ملی چین (national computing power network) در فضا و اتصال یکپارچه 6G میان زمین و آسمان فراهم می‌سازد.



رشد بازار اطلاعات فضایی با ورود به عصر رایانش مداری



سرمایه‌گذاری‌ها در بخش نوظهور اطلاعات فضایی یا همان رایانش فضایی در حال افزایش است. این فناوری آینده‌نگر با هدف پردازش حجم عظیمی از داده‌های ماهواره‌ای و هوایی در مدار، اکنون با همکاری شرکت‌های پیشرو وارد مرحله‌ای تازه شده است. شرکت چینی ژئوویس (Geo- vis Technology Co Ltd) که در زمینه خدمات داده‌های مکان‌پایه فعالیت دارد، در صدد ایجاد یک شبکه باز و فراگیر رایانش فضایی است که دستگاه‌های کاربران را به ماهواره‌ها، زیرساخت‌های فضایی و پلتفرم‌های زمینی متصل کرده و یک معماری هوشمند رایانش یکپارچه فضا-زمین را شکل دهد.

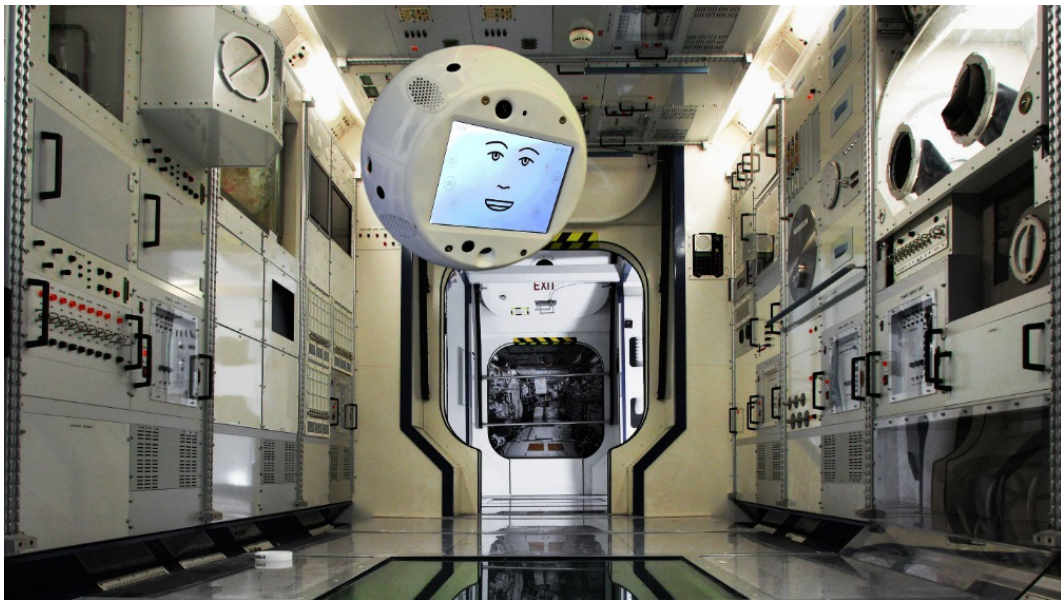
کاربردهای گسترده شبکه رایانش فضایی

پس از تکمیل شبکه رایانش فضایی، ظرفیت و پایداری دسترسی جهانی به اینترنت بهبود خواهد یافت و کاربردهایی همچون دورکاری، پزشکی از راه دور، آموزش آنلاین، ارتباطات اضطراری و توسعه دیجیتال مناطق روستایی پشتیبانی خواهد شد. رشد سریع منظومه‌های ماهواره‌ای و پیچیدگی

فراینده محموله‌ها از دلایل اصلی گسترش رایانش فضایی هستند. با ده‌ها هزار ماهواره‌ای که طی سال‌های آینده پرتاب خواهند شد و افزایش تقاضا برای وضوح و بارگذاری داده‌ها، حجم عظیمی از داده‌ها و در نتیجه نیازهای رایانشی ایجاد خواهد شد. روش‌های انتقال داده مانند امواج مایکروویو (Microwave) کندتر از بسیاری از شبکه‌های خانگی هستند و ارتباطات لیزری نیز وابستگی زیادی به شرایط جوی دارد؛ بنابراین بهترین راهکار، انجام پردازش در مدار و ارسال نتایج نهایی به زمین است.

حمایت سیاست‌گذار و پیوند با اقتصاد ارتفاع پایین

بخش اطلاعات فضایی که حوزه‌هایی چون ناوبری، پیش‌بینی آب‌وهوا، برنامه‌ریزی شهری و اکتشاف منابع را شامل می‌شود، با حمایت‌های سیاستی و همزمان با پیشروی چین در اقتصاد ارتفاع پایین و پروازهای تجاری فضایی رشد چشمگیری داشته است. طی یک سال گذشته، چین مجموعه‌ای از مقررات را برای حمایت از صنایع ارتفاع پایین معرفی کرده است؛ از جمله آیین‌نامه مدیریت پرواز هواگردهای بدون سرنشین که از ژانویه اجرایی شد و همچنین نقشه راه ارتقا تجهیزات هوانوردی عمومی تا سال ۲۰۳۰ که در مارس منتشر گردید. با وجود چشم‌انداز روشن، مسیر پیش‌رو دشوار است. استقرار توان محاسباتی مشابه در فضا می‌تواند تا هزار برابر گران‌تر از زمین تمام شود. افزون بر این، آب‌وهوای فضایی (Space Weather) شامل ذرات پرانرژی، تشعشع و نوسانات شدید دمایی می‌تواند به اجزای الکترونیکی آسیب رسانده و کارایی آن‌ها را کاهش دهد. با این حال، ژئووایس رایانش فضایی را یک الزام راهبردی با بازدهی بلندمدت می‌داند.



ورود هوش مصنوعی به ماموریت‌های سرنشین‌دار چین

برای نخستین بار یک مدل هوش مصنوعی در ایستگاه فضایی چین به کار گرفته شده است. این سامانه در آماده‌سازی فضانوردان برای فعالیت‌های برون مداری و ارائه پشتیبانی هوشمند و تخصصی از کارهای آنان در مدار نقش آفرینی می‌کند.

مدل هوش مصنوعی ووکانگ (Wukong AI) با فضاییهای باری تیانژو-۹ (Tianzhou-9) به مدار منتقل شد. این سامانه بر پایه مدل‌های متن‌باز داخلی توسعه یافته و به یک مدل بزرگ تخصصی در حوزه پروازهای سرنشین‌دار تبدیل شده است. همچنین یک پایگاه داده مبتنی بر استانداردهای فضایی در آن تعبیه شده است.

همکاری زمین و مدار در تحلیل هوشمند

این مدل بخشی از یک سامانه پرسش‌وپاسخ هوشمند زمین-مدار

است که یک نمونه آن روی زمین و دیگری در فضا فعالیت می‌کند. این دو بخش تحلیل عمیق و دانش تخصصی را ارائه داده و در حل مسائل دشوار به صورت بلادرنگ کمک می‌کنند. ووکانگ برای پاسخ به پیچیدگی، تنوع و حجم گسترده داده‌ها در ماموریت‌های فضایی طراحی شده و از پردازش داده‌های سناریومحور بهره می‌برد تا پاسخ‌های سریع و دقیق ارائه دهد. ووکانگ می‌تواند در آینده به حوزه‌های برنامه‌ریزی ماموریت، تحلیل داده و پیش‌بینی هوشمند گسترش یابد. پس از یک ماه فعالیت پایدار در مدار، فضانوردان بازخورد مثبتی از فعالیت این هوش مصنوعی ارائه کردند.



چین بیمارستان فضایی تاسیس می‌کند



چین در تلاش تا با هدف تقویت سلامت فضاءنوردان و ارتقای توانایی‌های پایش پزشکی و پشتیبانی زیستی در مدار، یک بیمارستان فضایی تاسیس کند. این بیمارستان فضایی قرار است در حوزه‌های هوافضا، پزشکی و زیست‌شناسی دستاوردهای تازه‌ای ایجاد کند و به مرکز پژوهش‌های پیشرفته در زمینه حیات و سلامت در فضا تبدیل شود. همچنین این طرح بخشی از آماده‌سازی برای پشتیبانی از سفرهای فضایی غیرفضانوردان، اکتشافات میان‌ستاره‌ای و سایر نیازهای بهداشتی در شرایط فضایی خواهد بود.

همکاری برای توسعه فناوری‌های کلیدی

طبق توافق دانشگاه فناوری پیشرفته شنژن (Shenzhen University of Advanced Technology) با مرکز مهندسی میکروماهواره‌های

شانگهای (Shanghai Engineering Center for Microsatellites)، دو طرف با بهره‌گیری از توانمندی‌های ویژه خود در حوزه تجهیزات پزشکی، داروسازی زیستی، فناوری‌های نوین درمانی و علوم هوافضا، همکاری مشترک برای تاسیس این بیمارستان را آغاز خواهند کرد. این همکاری شامل اعتبارسنجی تجهیزات پیشرفته پزشکی فضایی، توسعه فناوری‌ها و داروهای نوین، و تحقیق در زمینه سامانه‌های پشتیبانی حیات خواهد بود. همچنین تمرکز ویژه‌ای بر توسعه فناوری‌های کلیدی، آزمایش‌ها و تست‌های لازم برای بیمارستان اعماق فضا و حتی مهاجرت میان‌ستاره‌ای خواهد شد.

液态金属会瞬间变乖

تنگستن مذاب به شکل
کروی

رکورد جدید دمایی در فضا با ذوب آلیاژ مقاوم در شرایط بی‌وزنی

دانشمندان چینی در آزمایشی فضایی توانستند رکوردی بی‌سابقه در زمینه ذوب مواد مقاوم در برابر حرارت ثبت کنند. در این آزمایش، دمای یک آلیاژ خاص به بیش از ۳۱۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید؛ عددی نزدیک به نیمی از دمای سطح خورشید.

پژوهشگران در ایستگاه فضایی تیانگونگ (Tiangong space station) موفق شدند آلیاژ تنگستن (Tungsten alloy) را تا بیش از ۳۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت دهند. این بالاترین دمایی است که تاکنون در آزمایش‌های علمی مواد در فضا به ثبت رسیده است. این دستاورد نتیجه همکاری مشترک فضانوردان مستقر در ایستگاه فضایی و تیمی از پژوهشگران دانشگاه پلی‌تکنیک شمال غربی (Northwestern Polytechnical University) است.

مزیت‌های انجام آزمایش در شرایط ریزگرانش

به گفته محققان انجام چنین آزمایشی در فضا دو مزیت اصلی دارد. نخست آنکه شرایط ریزگرانش موجب می‌شود تنگستن مذاب به شکل کاملاً کروی درآید و این حالت ایده‌آل برای مطالعه دقیق ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن به شمار می‌رود. دومین مزیت نیز این است که به دلیل چگالی بالای تنگستن، در شرایط زمین هنگام ترکیب با عناصر دیگر، جدایش ناهمگون رخ می‌دهد. اما در محیط ریزگرانش، آلیاژ تنگستن ترکیب و ساختاری یکنواخت پیدا می‌کند که کارایی آن را به میزان چشمگیری افزایش می‌دهد.

در واقع علت اینکه چنین آزمایشی روی زمین قابل انجام نیست این است که ظروف نگهدارنده که در تماس با تنگستن داغ باشند، نقطه ذوب پایینتری دارند و احتمالاً ذوب شوند یا به نمونه بچسبند و ساختار نمونه را خراب کنند. به همین دلیل، فضای بدون گرانش و تماس، بهترین محیط برای گرفتن داده‌های دقیق است.

مقاومت حرارتی بی‌نظیر این فلز و آلیاژهای آن، کاربردی حیاتی در محیط‌های فوق‌العاده دشوار مانند رآکتورهای همجوشی هسته‌ای (Nuclear Fusion Reactors) برای آن ایجاد کرده است. با این حال، شناخت دقیق ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آلیاژهای تنگستن در دماهای بسیار بالا همواره یکی از چالش‌های بزرگ علمی بوده است.



آزمایش فرودگر لانیوئه

موفقیت آزمایش فرودگر سرنشین دار، مسیر ماموریت قمری چین را هموار کرد

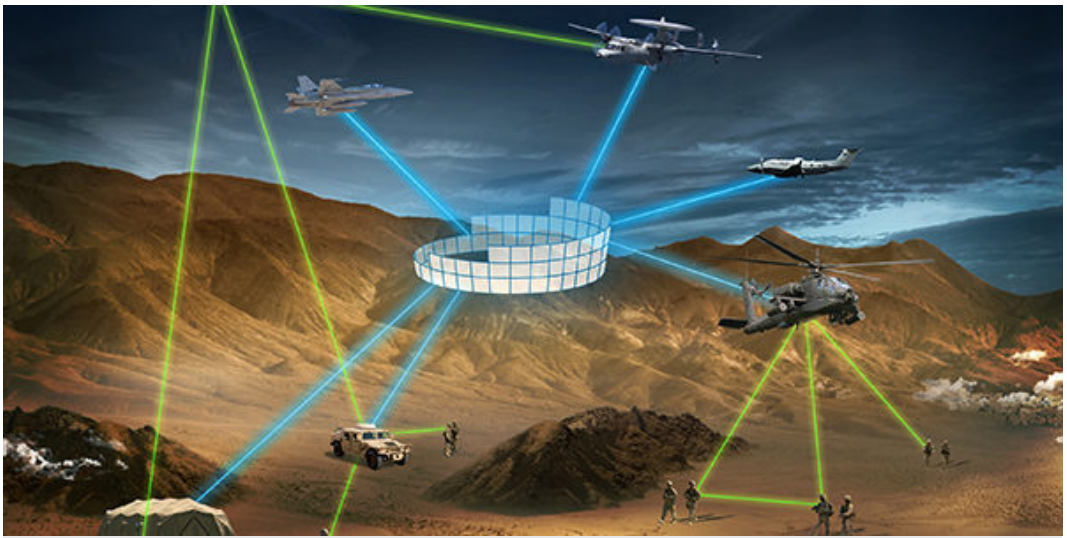
سازمان فضانوردی سرنشین دار چین اعلام کرد که این کشور با موفقیت یک آزمایش بزرگ از فرودگر سرنشین دار ماه خود را به پایان رسانده است؛ رویدادی که یک پیشرفت مهم در برنامه اکتشافات قمری چین به شمار می رود. چین قصد دارد تا حوالی سال ۲۰۳۰ فضانوردان خود را بر سطح ماه فرود آورد و فرودگر لانیوئه نقشی مرکزی در این ماموریت خواهد داشت.

در چارچوب ماموریت سرنشین دار ماه چین، فرودگر لانیوئه (Lanyue) وظیفه انتقال فضانوردان و محموله ها را بین مدار ماه و سطح آن برعهده دارد و همچنین پشتیبانی از اقامت و فعالیت های فضانوردان روی ماه را انجام می دهد. لانیوئه از دو بخش کابین فرود و کابین

پیشران تشکیل شده و می‌تواند دو فضاورد را به‌همراه تجهیزات بین مدار و سطح ماه جابه‌جا کند. این وسیله همچنین قادر به حمل یک ماه‌نورد و محموله‌های علمی است و در طول اقامت فضاوردان، نقش پایگاه پشتیبانی شامل تامین حیات، انرژی و پردازش داده‌ها را ایفا می‌کند.

اطمینان از کارایی در شرایط اضطراری

به گفته سازمان فضاوردی سرنشین‌دار چین (China Manned Space Agency - CMSA) فرودگر با افزونگی موتور طراحی شده تا در صورت از کار افتادن یک موتور، فضاوردان همچنان بتوانند به مدار ماه و سپس به زمین بازگردند. در این آزمایش همچنین شرایط اضطراری شبیه‌سازی شد تا اطمینان حاصل شود که در صورت بروز نقص در پرواز، بازگشت ایمن به مدار امکان‌پذیر است. برای دستیابی به فرودی نرم و پایدار روی سطح ماه، الزامات سختگیرانه‌ای بر عملکرد ضربه‌گیرها و فرود آرام اعمال شده است و هر یک از چهار پایه فرود، نقش حیاتی در جذب ضربه دارند.



شماره ۱۶ Link سامانه

توسعه سامانه راداری تله پاتی در چین



پژوهشگران چینی اعلام کرده‌اند که موفق به توسعه یک سامانه راداری جدید شده‌اند که به کاربران امکان می‌دهد بدون انتشار امواج رادیویی فعال، اطلاعات را منتقل کنند. این فناوری می‌تواند زمینه‌ساز ایجاد ارتباطات نظامی با سرعت بالا، غیرقابل شنود، غیرقابل اختلال و بدون خطر هدف‌گیری توسط موشک‌ها شود.

بر اساس گزارش منتشر شده در ژورنال رادارها (Journal of Radars)، این فناوری که توسط تیمی از آکادمی علوم چین (Chinese Acad-emy of Sciences) توسعه یافته با استفاده از یک سطح هوشمند متشکل از کاشی‌های خاص عمل می‌کند. زمانی که این کاشی‌ها توسط ماهواره‌های تصویربرداری راداری با روزه مصنوعی (SAR) مانند گائوفن-۳ (Gaofen-3) یا لودی تانسه ۱ (Ludi Tance 1) روشن می‌شوند، بازتاب سیگنال‌ها به گونه‌ای کنترل می‌شود که پیام‌ها در همان بازتاب راداری کدگذاری شوند. کاشی‌ها با تغییر بین حالت‌های روشن



فصلنامه
مناقصه‌های چین

سال سوم | شماره ۱۸ | تابستان ۱۴۰۴

و خاموش، پیام را در بازتاب‌های رادار ماهواره کدگذاری می‌کنند، بدون آنکه هیچ انرژی قابل تشخیص اضافه‌ای وارد محیط شود. این روش باعث می‌شود سیگنال ارسالی با نویز طبیعی پس‌زمینه الکترومغناطیسی مخلوط شود و تشخیص آن تقریباً غیرممکن گردد.

کارایی مشابه سامانه تاکتیکی ناتو

گزارش‌ها حاکی از آن است که این فناوری می‌تواند در شرایط جنگی با سرعت ۱۲۷ کیلو بیت بر ثانیه داده منتقل کند، که این نرخ برابر با پهنای باند سامانه ارتباطات تاکتیکی لینک ۱۶ (Link 16) ناتو است که توسط کشورهای عضو ناتو برای اشتراک‌گذاری سریع اطلاعات در میدان نبرد طراحی شده است. این میزان سرعت برای انتقال اطلاعات تاکتیکی و فرماندهی کافی بوده و در عین حال ردیابی فرستنده را غیرممکن می‌کند.

این سامانه در حال حاضر در فاز آزمایشی قرار دارد و گزارشی از زمان‌بندی برای آزمون‌های میدانی یا ورود به خدمت رسمی منتشر نشده است. با این حال، کارشناسان معتقدند که در صورت موفقیت در تست‌های عملیاتی، این فناوری می‌تواند روش‌های مرسوم رهگیری ارتباطات را منسوخ کرده و برتری الکترونیکی چین را در میدان‌های نبرد آینده تثبیت کند.



برگ برنده تازه چین در میدان جنگ الکترونیک

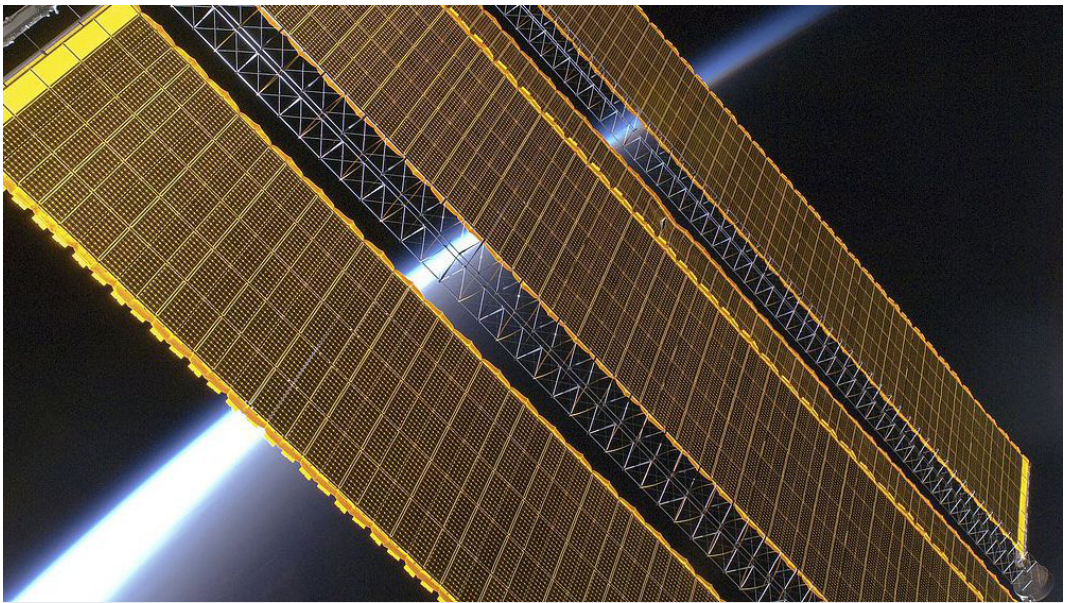


دانشمندان چینی روشی نوآورانه در حوزه جنگ الکترونیک ابداع کرده‌اند که می‌تواند در میانه یک محیط آکنده از اختلالات رادیویی، منطقه‌ای بدون تداخل مشابه چشم آرام یک طوفان که در میان باد و باران سهمگین قرار دارد، ایجاد کند. این فناوری به نیروهای ارتش چین امکان می‌دهد ارتباطات و سامانه‌های ناوبری دشمن را مختل کنند، بی‌آنکه شبکه‌های خودی یا متحدان آسیبی ببینند. ایده اصلی این سامانه طراحی شده توسط پژوهشگران موسسه فناوری پکن (Beijing Insti-tute of Technology)، به کارگیری گروهی از پهپادها است که امواج فرکانس رادیویی را با دقتی بالا پخش می‌کنند. با تنظیم شکل موج،

دامنه، فاز و زمان‌بندی ارسال سیگنال‌ها، این پهنابندها می‌توانند در محل حضور نیروهای خودی «نقطه صفر تداخل» ایجاد کنند؛ یعنی جایی که امواج مزاحم یکدیگر را خنثی کرده و مسیر ارتباطی باز می‌ماند.

شبیه‌سازی با نتیجه صفر درصد اختلال

در مقاله‌ای که در مجله اکتا الکترونیکا سینیکا (Acta Electronica Sinica) منتشر شد، تیم موسسه فناوری پکن گزارش داده است که در شرایط شبیه‌سازی با نسبت ۲۰ دسی‌بل تداخل به سیگنال، توانسته‌اند اختلال روی کاربر هدف خودی را به صفر برسانند. این یعنی حتی در شرایطی که موج‌های مزاحم بسیار قوی باشند، این فناوری می‌تواند مسیر ارتباطی امنی ایجاد کند.



پنل‌های خورشیدی رول شونده ابتکار جدید چینی‌ها برای کاهش حجم ماهواره‌ها در هنگام پرتاب

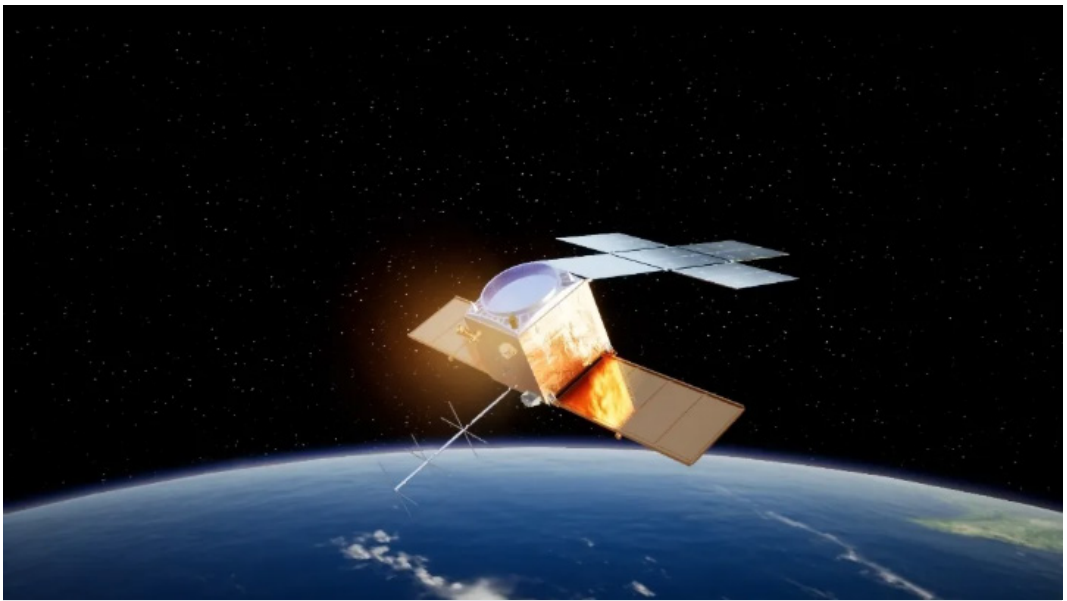
یک شرکت خصوصی فضایی در چین موفق به طراحی و ساخت یک آرایه خورشیدی کاملاً انعطاف‌پذیر و رول‌شونده شده که می‌تواند مشکل حجم بالای ماهواره‌ها و محدودیت فضای محفظه ماهواره‌برها را برطرف کند. بر اساس توضیحات شرکت گلکسی اسپیس (GalaxyS-pace)، این آرایه خورشیدی در زمان پرتاب به صورت رول‌شده با ابعادی به اندازه یک بطری آب در دو طرف ماهواره قرار می‌گیرد و در مدار به‌طور کنترل‌شده باز می‌شود و بیش از ۱۰ متر طول و نزدیک به ۲ متر عرض پیدا می‌کند.

تراکم انرژی ۴ برابر بیشتر با وزن و حجم کمتر

این پنل خورشیدی رول‌شونده به گونه‌ای طراحی شده تا در عین کاهش

حجم و وزن ماهواره، پاسخگوی نیاز به تامین انرژی بالا باشد. به گفته شرکت گلکسی اسپیس، چگالی انرژی این نوع پنل‌های کاملاً انعطاف‌پذیر، چهار برابر بیشتر از پنل‌های سخت فعلی است. چنین ویژگی‌هایی باعث می‌شود این فناوری برای پرتاب‌های گروهی ماهواره ایده‌آل باشد و همچنین طول عمر عملیاتی منظومه‌های ماهواره‌ای اینترنتی را افزایش دهد.

شرکت گلکسی اسپیس که در سال ۲۰۱۸ تاسیس شده، اکنون به‌عنوان یکی از پیشگامان ارائه راه‌حل‌های اینترنت ماهواره‌ای و تولید ماهواره در چین شناخته می‌شود. این شرکت در حوزه توسعه فناوری‌های پیشرفته برای منظومه‌های مدار پایین و ارتباط مستقیم با کاربران زمینی فعالیت می‌کند.



های شائو-۱

چین برای نخستین بار ماهواره راداری مخصوص پایش نواحی استوایی پرتاب کرد

چین به تازگی نخستین ماهواره رادار روزنه مصنوعی خود با مدار با شیب کم را پرتاب کرده است. این ماهواره در مدار با شیب ۴۳ درجه و در ارتفاع بسیار پایین ۳۵۰ کیلومتر از سطح زمین در مدار VLEO فعالیت می‌کند. این مدار باعث افزایش چشمگیر وضوح مکانی و عملکرد راداری شده و تصویربرداری بسیار دقیق‌تری از مناطق استوایی و گرمسیری ممکن می‌سازد.

های شائو-۱ (Haishao-1) یا HS-1 توسط موسسه تحقیقات اطلاعات هوافضا (Aerospace Information Research Institute - AIR) وابسته به آکادمی علوم چین (Chinese Academy of Sciences) توسعه یافته است. طراحی سبک‌وزن در کنار توانمندی‌های تصویربرداری

پیشرفته، این ماهواره را به ابزاری منحصر به فرد در رده ماهواره‌های کوچک تبدیل کرده است.

شکستن انحصار مدارهای قطبی

فناوری رادار روزنه مصنوعی (Synthetic Aperture Radar - SAR) به‌خاطر قابلیت تصویربرداری در تمام شرایط جوی و در شبانه‌روز، تحول بزرگی در پایش زمین ایجاد کرده است. با این حال، اغلب ماهواره‌های SAR در مدار خورشیدآهنگ قرار دارند که نواحی نزدیک به استوا را کمتر و با تاخیر پایش می‌کنند. HS-1 این الگو را می‌شکند.

به‌عنوان مثال، این ماهواره قادر است تا روزانه ۵.۷ بار دریای جنوبی چین را پایش کند؛ رقمی به‌مراتب بیشتر از ماهواره‌های SAR متداول. همچنین، در حالت «نقشه‌برداری نواری» (Stripmap Mode) تصویربرداری با وضوح ۱ متر انجام می‌دهد و به‌دلیل نزدیکی به زمین، نیاز کمتری به انرژی دارد و حجم محموله را کاهش می‌دهد. این ویژگی‌ها به استخراج کمی طیف امواج دریا و نقشه‌برداری توپوگرافی بستر دریا با دقت بالا کمک می‌کند و برای تحلیل دینامیک اقیانوسی بسیار حیاتی است.



آغاز آزمایش موتورهای پلاسما در چین



خودروهای برقی پیش‌تر نشان داده‌اند که فناوری الکتریکی می‌تواند انقلابی در حمل‌ونقل ایجاد کند، اما استفاده از باتری در هواپیماها چالش‌برانگیز است. باتری‌ها هنوز بسیار سنگین هستند و انرژی کافی برای پروازهای طولانی تامین نمی‌کنند. به همین دلیل، مهندسان چینی به جای دنبال کردن مسیر الکتریکی‌سازی، به سمت روش‌های جایگزین رفته‌اند. موتورهای پلاسما بر پایه گاز یونیزه‌شده کار می‌کنند و با استفاده از برق به جای سوخت فسیلی، نیروی پیش‌رانه ایجاد می‌کنند. این فناوری اگرچه هنوز آزمایشی است، اما می‌تواند یکی از سخت‌ترین مشکلات صنعت هوانوردی یعنی پرواز بدون آلایندگی و بدون مخازن سوخت سنگین را حل کند.

یک گام جسورانه

به تازگی تیمی از دانشگاه ووهان (Wuhan University) موفق به ساخت نمونه‌ای اولیه از یک موتور جت پلاسما شده‌اند که با هوای فشرده و برق کار می‌کند. این موتور با گرم کردن هوا تا دمایی بالاتر از ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد و سپس بمباران آن با امواج مایکروویو، هوا را به پلاسما تبدیل می‌کند. این گاز فوق‌العاده داغ و باردار از موتور خارج می‌شود و نیروی رانش تولید می‌کند. در آزمایش‌ها، این موتور توانست یک گلوله فولادی یک کیلوگرمی را بلند کند و نشان داد که توان تولید نیروی محرکه را دارد.

نمونه اولیه موتور توانسته با مصرف تنها ۴۰۰ وات، فشاری معادل ۲۴ هزار نیوتون بر متر مربع تولید کند. اما برای به حرکت درآوردن یک هواپیمای بزرگ، به بهبود قابل‌توجه باتری‌ها و سامانه‌های تامین انرژی نیاز است. گرما نیز یکی دیگر از چالش‌های جدی است؛ دمای بالای پلاسما می‌تواند باعث فرسایش سریع قطعات شود. تیم دانشگاه ووهان اکنون روی استفاده از مواد مقاوم‌تر و سامانه‌های خنک‌کننده جدید کار می‌کند تا بدون اضافه کردن وزن زیاد، بتواند گرما را کنترل کند.



سوخت‌گیری فضایی چینی در مدار ۳۶۰۰۰ کیلومتری

دو ماهواره چینی موفق شدند در فاصله بیش از ۳۲ هزار کیلومتر از سطح زمین، با یکدیگر ملاقات و به احتمال زیاد عملیات سوخت‌گیری مداری را انجام دهند؛ اقدامی که نخستین تلاش برای سوخت‌گیری در مدار ژئو محسوب می‌شود.

این مأموریت توسط دو ماهواره شیجیان-۲۱ (Shijian-21) و شیجیان-۲۵ (Shijian-25) انجام شده است. مقامات رسمی چین تاکنون جزئیات تازه‌ای منتشر نکرده‌اند، اما پیش‌تر اعلام کرده بودند که شیجیان-۲۵ که در ژانویه ۲۰۲۴ پرتاب شد، برای آزمایش فناوری سوخت‌گیری و خدمات افزایش طول عمر ماهواره‌ها طراحی شده است.

شیجیان ۲۱- که در ۲۰۲۱ پرتاب شد، پیش‌تر به یک ماهواره معیوب سامانه ناوبری بیدو (Beidou) در مدار ژئو متصل شد و آن را به مدار بالاتری منتقل کرد؛ اقدامی که به‌عنوان آزمایش تکنیک‌های کاهش زباله فضایی معرفی شد.

سوخت‌گیری یا قابلیت نظامی؟

فناوری‌های سوخت‌گیری و اتصال مداری، کاربرد دوگانه دارند و می‌توانند اهداف غیرنظامی یا نظامی داشته باشند. توانایی نزدیک شدن به یک ماهواره، اتصال و انتقال سوخت می‌تواند برای نگهداری و افزایش عمر ماهواره‌ها استفاده شود، اما همچنین می‌تواند در مأموریت‌های نظامی مانند غیرفعال‌سازی ماهواره‌های دشمن کاربرد داشته باشد.

نیروی فضایی ایالات متحده (US Space Force) نیز به دنبال توسعه چنین قابلیت‌هایی است. هرچند برخی از مقامات نظامی آمریکا نسبت به کارایی سوخت‌گیری مداری تردید دارند، اما نیروی فضایی آمریکا قراردادی با شرکت استرواسکیل (Astroscale) امضا کرده تا نخستین عملیات سوخت‌گیری یک ماهواره نظامی آمریکایی را در مدار، حداکثر تا سال آینده انجام دهد. با این حال، چین به نظر می‌رسد پیش از آمریکا به این موفقیت دست یافته است.

مدار ژئو، میدان آزمایش فناوری‌های نوین

مدار ژئو به دلیل دید ثابت ۲۴ ساعته از یک نقطه زمین، موقعیتی کلیدی برای ماهواره‌های نظامی و تجاری است. بیشتر موشک‌های ضدماهواره‌ای زمینی نمی‌توانند اهدافی در این ارتفاع را منهدم کنند و به همین دلیل، استفاده از پلتفرم‌های فضایی با قابلیت اتصال مستقیم

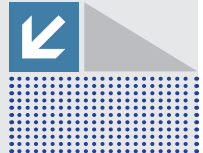
به ماهواره‌ها گزینه‌ای مناسب‌تر برای اختلال یا از کار انداختن آن‌هاست؛ روشی که برخلاف تخریب فیزیکی، باعث تولید زباله فضایی خطرناک نمی‌شود.

آمریکا پیش‌تر با ماهواره‌های افزایش عمر مأموریت (Mission Extension Vehicles) ساخت شرکت نورثروپ گرومن (Northrop Grumman) در سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ عملیات اتصال در مدار ژئو را انجام داده بود، اما این ماهواره‌ها توانایی انتقال سوخت را نداشتند. حالا چین با شیجیان-۲۱ و شیجیان-۲۵ گام بعدی را برداشته است و احتمالاً از هیدرازین (Hydrazine) و نیتروژن تتروکسید (Nitrogen Tetroxide) به‌عنوان سوخت استفاده می‌کند.

پیش از این، شیجیان-۲۱ پس از انجام مانورهای بزرگ برای انتقال ماهواره بیدو، برای چند سال تقریباً بدون حرکت باقی مانده بود که نشانه کمبود سوخت بود. اکنون اگر پس از جدایی، مانورهای قابل توجهی انجام دهد، به معنای موفقیت‌آمیز بودن عملیات سوخت‌گیری خواهد بود.



نسل جدید ماهواره‌بر سوخت مایع چین معرفی شد



چین به تازگی ماهواره‌بری با سامانه پیشران سوخت مایع که برای پرتاب فضایی‌های باری نسل آینده این کشور، توسعه یافته معرفی کرد. کینتیکا-۲ با اتکا به سامانه پیشران مرحله نخست بسیار قدرتمند، به‌گونه‌ای مهندسی شده که بتواند نیازهای فنی مأموریت‌های انتقال بار به ایستگاه‌های فضایی آینده را تامین کند.

کاهش وزن و افزایش برد مأموریت‌های سرنشین‌دار

کینتیکا-۲ (Kinetica-2) درواقع بخشی از راهبرد چین برای کاهش وزن و افزایش چابکی سامانه‌های حمل‌ونقل فضایی است تا ارسال تجهیزات به مدار با صرفه‌جویی در هزینه، کاهش پیچیدگی سوخت‌گیری، و افزایش قابلیت اطمینان انجام شود. به این ترتیب، مأموریت‌های پشتیبانی فضایی می‌توانند با تکرارپذیری بالاتر و زمان‌بندی منعطف‌تری صورت

بگیرند و در آینده پاسخگوی نیاز ایستگاه‌های فضایی، ماهواره‌ها و حتی مأموریت‌های فراتر از مدار زمین باشند.

آزمایش‌های فنی ماهواره‌بر کینتیکا-۲ در مرکز آزمون سامانه‌های پیشرفته مایع آکادمی علوم چین (Chinese Academy of Sciences) انجام شده است. کینتیکا-۲ طبق اطلاعات منتشرشده ۵۲ متر ارتفاع داشته و در هنگام برخاست ۶۲۵ تن وزن دارد. این ماهواره‌بر ظرفیت حمل ۸ تن به مدار خورشیدآهنگ و ۱۲ تن به مدار پایین زمین خواهد داشت و طبق برنامه‌ریزی‌ها قرار است حداقل ۲۰ مرتبه قابل استفاده مجدد باشد.



صنعت هوایی



7AW609

اولین تیلتروتور سرنشین‌دار چین به پرواز درآمد

چین برای نخستین بار یک هواگرد تیلتروتور سرنشین‌دار را وارد مرحله آزمایش پروازی کرده است. این دستاورد می‌تواند کاربردهای گسترده‌ای در حوزه‌های غیرنظامی و به‌ویژه مأموریت‌های نظامی در منطقه هند-اقیانوس آرام و دریای جنوبی چین داشته باشد.

نامگذاری و نهاد طراح این هواگرد هنوز به‌طور رسمی اعلام نشده، اما برخی گزارش‌های غیررسمی شرکت صنایع هوایی هفی (Hafei Aviation Industry Corporation of China) را مسئول پروژه می‌دانند. در گذشته، مدل‌های مشابه توسط شرکت صنایع هوانوردی چین (Aviation Industry Corporation of China) معرفی شده بودند.

طراحی الهام‌گرفته از فناوری‌های نوین

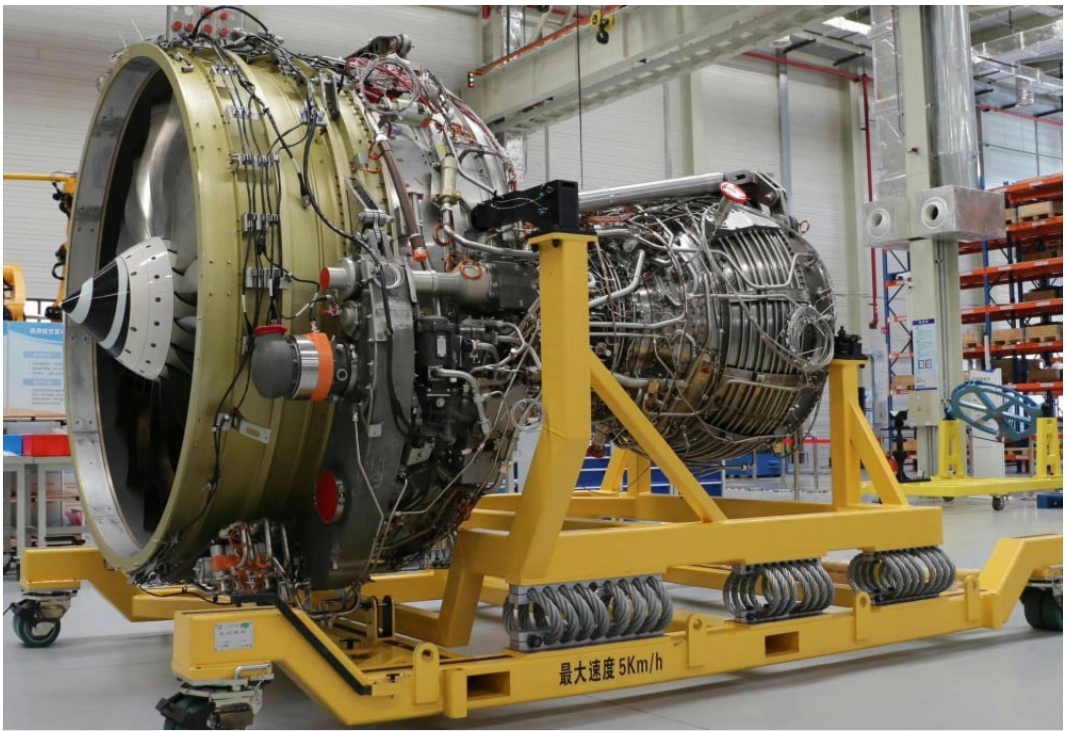
پیکربندی کلی این هواگرد شباهت زیادی به AW609 ساخت شرکت

ایتالیایی لئوناردو (Leonardo) دارد؛ بدنه‌ای با کابین زیر بال مستقیم و موتورهای توربوشفت در انتهای بال که مجهز به پراپ‌روتورهای قابل چرخش هستند. همچنین دم T شکل با سکان عمودی در این نمونه دیده می‌شود؛ ویژگی‌ای که در AW609 وجود ندارد.



۶ هواگرد تیل‌ت روتور
چین از روبرو

ابعاد این هواگرد با AW609 هم‌رده است. برای مقایسه، وزن برخاست حداکثری AW609 حدود ۱۸ هزار پوند است، کابین تحت فشار AW609 قابلیت حمل ۱۲ سرنشین را دارد، سرعت کروز ۲۷۰ نات، برد هزار مایل دریایی (با مخزن سوخت کمکی) و توان حمل بار مفید ۶ هزار پوند از دیگر ویژگی‌های AW609 است که به نظر می‌رسد در نمونه چینی نیز مد نظر قرار گرفته‌اند. اگرچه احتمالاً چین این هواگرد را به‌عنوان وسیله‌ای برای مأموریت‌های تجاری معرفی خواهد کرد، اما توانایی‌های آن قطعاً توجه ارتش چین را نیز جلب می‌کند.



8 موتور CJ-1000A

چین در صد تغییر ساختار زنجیره تامین هوانوردی

با وجود موفقیت چین در ساخت هواپیمای مسافربری بومی، روند تلاش‌ها برای بومی‌سازی قطعات مورد نیاز هواپیما در این کشور همچنان ادامه دارد. هدف از این برنامه، کاهش وابستگی به واردات، جبران عقب‌ماندگی‌های فناوریانه و تثبیت جایگاه در زنجیره تامین جهانی هوانوردی است. تازه‌ترین پیشرفت‌ها نشان می‌دهد که این حرکت رو به جلو در چین، علاوه بر ساخت هواپیماهای کامل، شامل تولید تمامی اجزای کلیدی آن‌ها نیز می‌شود. در ادامه به برخی از پیشرفت‌های اخیر چین در زنجیره تامین هوانوردی اشاره می‌شود.

پیشرفت موتور بومی برای هواپیماهای تجاری بزرگ

به تازگی طی یک مصاحبه، آکادمی مهندسی چین (Chinese Academy of Engineering) تازه‌ترین وضعیت پروژه موتور سی‌جی ۱۰۰۰-ای (CJ-1000A) را تشریح کرد. این موتور جت تجاری بزرگ برای استفاده در هواپیمای مسافربری سی ۹۱۹ (C919) شرکت هواپیماسازی تجاری چین (Commercial Aircraft Corporation of China) به اختصاص کوماک (COMAC) طراحی شده و جایگزینی برای نمونه‌های خارجی است که تاکنون در این هواپیما نصب شده‌اند.

طبق اعلام آکادمی مهندسی چین، روند توسعه موتور طبق برنامه پیش می‌رود و نتایج به‌دست‌آمده مثبت است. شرکت صنایع موتور هوایی چین (Aero Engine Corporation of China) اعلام کرده است که عملکرد این موتور هم‌سطح موتور لیپ ۱-سی (LEAP-1C) ساخت شرکت بین‌المللی سی‌اف‌ام (CFM International) خواهد بود.

سی‌جی ۱۰۰۰-ای دارای ساختار دو محور (two-spool) است و حدود ۱۰۹۵ متر قطر و ۳۰۲۹ متر طول دارد. نازل‌های سوخت این موتور با چاپ سه‌بعدی تولید شده و نیروی تراست آن در گستره‌ای بین ۱۱۱ تا ۱۲۵ کیلونیوتن برای نسخه A و تا ۱۳۱ کیلونیوتن برای نسخه تقویت‌شده B قرار دارد.

تولید داخلی سیال هیدرولیک مقاوم در برابر آتش

در ماه ژوئیه، اداره هوانوردی غیرنظامی چین (Civil Aviation Administration of China) به اختصاص کاک (CAAC) مجوز تولید سیال هیدرولیک مقاوم در برابر آتش با کیفیت هوانوردی را به شرکت سینوپک (Sinopec) اعطا کرد. این محصول که با نام سینوپک ای‌ایچ آی (SINOPEC

PEC AEH I) شناخته می‌شود، نخستین نمونه بومی از این نوع سیال بر پایه فسفات استر است که تایید صلاحیت پروازی دریافت کرده است. با این موفقیت، چین پس از آمریکا و فرانسه، به سومین تولیدکننده این سیال حیاتی برای ایمنی و عملکرد هواپیماها تبدیل شد.

این نوع سیالات در سامانه‌های هیدرولیک هواپیماهای تجاری و نظامی استفاده می‌شوند، جایی که فشار کاری بالا، دمای زیاد و الزامات ایمنی سختگیرانه وجود دارد. وظیفه اصلی آن‌ها انتقال نیرو در سامانه‌های هیدرولیک است؛ سامانه‌هایی که کنترل حیاتی پرواز (مانند سکان‌ها، بالچه‌ها و فلپ‌ها)، ترمزها، ارباه فرود، درب‌های کابین و حتی سامانه‌های کمک اضطراری را به‌کار می‌اندازند. اگر یک سیال هیدرولیک معمولی نشتی کند، خطر آتش‌سوزی بالا می‌رود. اما سیالات فسفات استری خاصیت مقاومت در برابر اشتعال و پایداری حرارتی بالا دارند. به همین دلیل، استفاده از آن‌ها ریسک آتش‌سوزی در پرواز را به شدت کاهش می‌دهد و به افزایش ایمنی پرواز و دوام سامانه‌های هیدرولیک کمک می‌کند.

آغاز تولید موتور توربوشفت پیشرفته

در ماه ژوئن، موتور توربوشفت AES100 ساخت شرکت صنایع موتور هوایی چین مجوز تولید را دریافت کرد و نخستین قرارداد فروش تجاری خود را امضا نمود. این موتور با توان یک‌هزار کیلووات، برای بالگردهای تک‌موتوره، دوموتوره و هواگردهای تیل‌روتور طراحی شده و در حوزه‌های حمل‌ونقل، گردشگری، امداد و عملیات چندمنظوره قابل استفاده است. ویژگی‌هایی مانند ایمنی بالا، مصرف سوخت بهینه، تعمیر و نگهداری آسان و توانایی کارکرد در شرایط محیطی مختلف، آن را به گزینه‌ای مهم برای جایگزینی موتورهای وارداتی به چین تبدیل می‌کند.



سامانه نوین حفاظت از صاعقه برای ایمنی پرواز

بر اساس آمار، به طور میانگین هر هواپیمای مسافربری تجاری سالانه یک بار دچار برخورد صاعقه می‌شود. هرچند این رویدادها به ندرت فاجعه‌بار هستند، اما می‌توانند خطرات جدی ایجاد کنند. به‌ویژه آن‌که سامانه‌های فعلی حفاظت در برابر صاعقه به سختی پاسخگوی نیازهای پرواز در سرعت‌ها و ارتفاعات بالا هستند.

در ماه ژوئیه، در مرکز ملی ارتباطات علوم و فناوری پکن (National Communication Centre for Science and Technology in Bei-Hefei Aerospace Electro-Physi-)، شرکت هفی آیرواسپیس (jing cal Technology) سامانه‌ای نوین برای حفاظت از هواپیماها در برابر صاعقه معرفی کرد.

به گفته پان یوان (Pan Yuan) عضو آکادمی مهندسی چین، حفاظت در برابر صاعقه برای تضمین ایمنی پرواز در شرایط آب‌وهوایی پیچیده ضروری است. او خاطرنشان کرد که چالش فنی ضمن اینکه در حفاظت

بدنه هواپیما از اصابت مستقیم صاعقه نهفته است، شامل کاهش اثرات ثانویه نیز می‌شود؛ اثراتی مانند جهش‌های الکتریکی که می‌توانند به سامانه‌های الکترونیکی داخل هواپیما آسیب بزنند. یکی از دشوارترین بخش‌های این کار، حفاظت از سامانه‌های سوخت است، زیرا هرگونه نقص در این بخش می‌تواند به فاجعه منجر شود. اگر این سامانه جدید در کاربردهای تجاری موثر واقع شود، می‌تواند به هواپیماهای ساخت چین اعتبار بیشتری از نظر ایمنی ببخشد و جایگاه آن‌ها را برای دریافت گواهینامه‌های بین‌المللی و ورود جت‌های مسافربری این کشور به بازار جهانی تقویت کند.



رکوردشکنی شرکت چینی در برد تاکسی هوایی

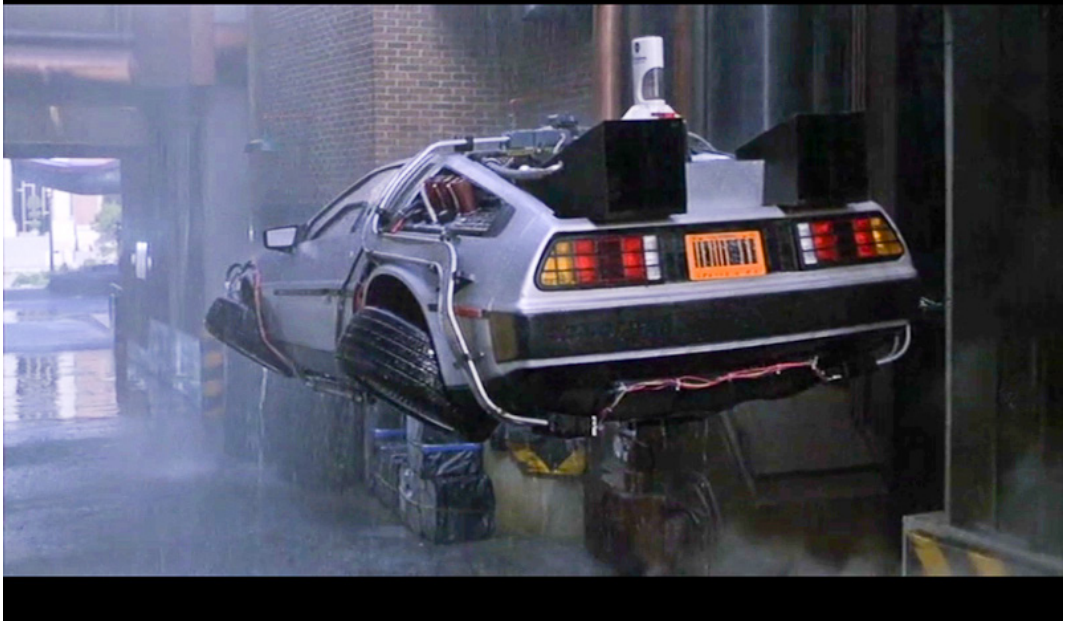


تاکسی هوایی یک شرکت شناخته شده چینی به تازگی توانست مسیری طولانی میان دو شهر ساحلی را به صورت رفت و برگشت طی کند و محموله‌هایی مانند غذاهای دریایی و نمونه‌های آزمایشگاهی را جابه‌جا کند.

شرکت چینی ای‌هنگ (EHang) از انجام موفقیت آمیز یک ماموریت آزمایشی حمل بار با نسخه بدون سرنشین تاکسی هوایی VT-20 خبر داد. طی این پرواز، تاکسی هوایی یادشده مسافت بیش از ۸۳ کیلومتر را میان شهرهای ژوهای (Zhuhai) و گوانگژو (Guangzhou) در مدت زمان ۵۵ دقیقه طی کرد.

کاهش قابل توجه زمان سفر نسبت به مسیر زمینی به گفته این شرکت، پرواز اول ۴۰ دقیقه سریع‌تر از مسیر زمینی انجام شد و در صورت وقوع ترافیک سنگین در ساعات شلوغی، این تفاوت

می‌توانست به ۶۰ دقیقه نیز افزایش یابد. این آزمایش نشان داد که استفاده از تاکسی‌های هوایی خودران در مسیرهای پر رفت‌وآمد شهری و بین‌شهری، پتانسیل بالایی برای کاهش زمان و افزایش کارایی دارد. تاکسی هوایی VT-20 نسخه‌ای باری از محصول موفق پیشین ای‌هنگ یعنی ای‌اچ-۲۱۶ اس (EH216-S) است؛ یک تاکسی خودران که به تازگی در چندین شهر چین وارد فاز عملیاتی شده است. ای‌هنگ همچنین در حال توسعه مدل بزرگ‌تر و دوربردتری به نام VT-30 است که قرار است دامنه خدمات پروازی را به مناطق دوردست‌تر گسترش دهد.



خودروی پرنده فیلم
بازگشت به آینده

تاکسی‌های هوایی، از رویای هالیوود تا واقعیت چین

همه چیز با فیلم «بازگشت به آینده» آغاز شد؛ فیلمی هالیوودی که پیش‌بینی‌های جالبی از سال ۲۰۱۵ کرده بود: دستگاه‌های کنترل‌شونده با صدا، صفحه‌نمایش‌های گول‌پیکر، عینک‌های هوشمند، قفل‌های بیومتریک، تماس‌های تصویری و تبلیغات شخصی‌سازی‌شده، که همگی اکنون جزئی از زندگی روزمره ما هستند. اما یکی از آن پیش‌بینی‌ها هنوز به وقوع نپیوسته؛ حداقل در کشورهای غربی.

در حالی‌که در غرب هنوز کسی نمی‌تواند از خانه خارج شود و یک تاکسی هوایی سوار شود، در چین شرکت ای‌هنگ (EHang) در اکتبر ۲۰۲۳، به‌عنوان اولین شرکت جهان مجوز رسمی پرواز تاکسی هوایی خودران را گرفت. این شرکت اکنون پروازهای آزمایشی منظمی را در

شهرهای گوانگ ژو، شنژن، هفی، ژاوجینگ و شانگهای انجام می‌دهد. در آوریل ۲۰۲۴، ای‌هنگ مجوز تجاری‌سازی تاکسی پرنده مدل EH216-S eVTOL را نیز دریافت کرد و فروش بلیت برای پروازهای آزمایشی در مسیرهای گردشگری مشخص را آغاز نمود. ای‌هنگ در حال حاضر رهبری گروهی از شرکت‌های نوآور چینی در زمینه تاکسی‌های هوایی را برعهده دارد؛ از جمله شرکت‌های ایکس‌پنگ آئروپت (XPeng AeroHT)، تی‌گب تک (TCab Tech) و ولانت آئروتک (Volant Aerotech).

بازار پنهانی که در حال انفجار است

اگرچه کاربرد گسترده و تجاری تاکسی‌های هوایی هنوز چند سالی فاصله دارد، اما تحولات اخیر به‌ویژه در چین نشان می‌دهند که این رویا بسیار واقعی‌تر از پیش‌بینی بازگشت به آینده از سال ۲۰۱۵ شده است. دلیل آن، ظهور بازار جدیدی به نام اقتصاد ارتفاع پایین (Low-altitude Economy) است؛ بازاری که رشد سریعی دارد اما از دید عموم مردم پنهان مانده است. این اقتصاد به وسایل پرنده‌ای اشاره دارد که در ارتفاعی تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر فعالیت می‌کنند و خدماتی مانند حمل‌ونقل، کشاورزی، سلامت، ایمنی عمومی، گردشگری و عملیات اضطراری ارائه می‌دهند.

در این بازار، هواگردها می‌توانند خلبان‌دار یا خودران، و در اندازه‌های کوچک تا بزرگ باشند. پهپادهای کوچک برای نقشه‌برداری هوایی، پایش کشاورزی، بازرسی زیرساخت‌ها یا کمک به پلیس و امدادگران استفاده می‌شوند. پهپادهای متوسط بسته‌ها و غذا را در مناطق حومه‌ای تحویل می‌دهند یا دارو را به مناطق دورافتاده می‌رسانند. پهپادهای بزرگ نیز برای جابه‌جایی مسافر در مسیرهای کوتاه طراحی شده‌اند. اغلب

این پرنده‌ها دارای پیش‌رانه الکتریکی، توانایی برخاست و فرود عمودی (eVTOL)، و حداقل چهار روتور هستند که به آن‌ها اجازه می‌دهد در محیط‌های شلوغ شهری فعالیت کرده و همزمان آلودگی صوتی و زیست‌محیطی را کاهش دهند.



تاکسی خودران شرکت
ای هنگ

رشد بازار اقتصاد ارتفاع پایین؛ پیش‌تازی چین با حمایت دولتی

طبق گزارش مؤسسه تحقیقاتی بین‌المللی برنستاین (Bernstein)، ارزش اقتصاد ارتفاع پایین از ۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۵ به ۲۴ میلیارد دلار در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید. هواگردهای عمودبرخاست نقشی کلیدی در بخش‌های لجستیک، گردشگری، امنیت، پاسخ اضطراری، و کشاورزی ایفا خواهند کرد.

هرچند شرکت‌های آمریکایی و اروپایی مانند وینگ (Wing) وابسته به گوگل و زیپلین (Zipline) نیز در این حوزه فعال‌اند، اما چین با پروژه‌هایی جسورانه‌تر و پیشرفته‌تر و به لطف حمایت‌های همه‌جانبه دولتی، از جمله ایجاد مناطق پایلوت و سیاست‌های محرک نوآوری به‌عنوان رهبر این صنعت شناخته می‌شود.

ظهور بازیگران غربی و چینی در صنعت تاکسی هوایی

شرکت چینی-آلمانی اتوفلایت (AutoFlight) در سال گذشته چند دستاورد چشمگیر داشت؛ از جمله پرواز ۲۵۰ کیلومتری با یک باتری، و اولین پرواز خودران بین شهری که از یک پهنه آبی بزرگ عبور کرد. سرمایه‌گذاران از آمریکا، اروپا و چین میلیاردها دلار در شرکت‌های فعال در این حوزه تزریق کرده‌اند. تحلیلگران پیش‌بینی می‌کنند تا سال ۲۰۴۰ بیش از ۱۰۰۰۰ تاکسی‌پرنده در جهان فروخته خواهد شد. با این حال، موانع قانونی و ایمنی باعث شده‌اند که بازار تاکسی‌های هوایی بلافاصله شکوفا نشود. از این رو بسیاری از شرکت‌ها ابتدا تمرکز خود را به کاربردهای لجستیکی معطوف کرده‌اند.

خودروساز بزرگ چینی بی‌وای‌دی (BYD) در همکاری با غول پهپادسازی دی‌جی‌آی (DJI)، امسال از خودروبی رونمایی کرد که پهپادی در سقف خود دارد. این پهپاد در حین حرکت خودرو می‌تواند به پرواز درآمده، محیط اطراف را تصویربرداری کرده و به صورت خودکار بازگردد. هرچند کاربرد این فناوری هنوز مشخص نیست و بیشتر به یک تبلیغ خلاقانه شباهت دارد، اما نشان‌دهنده توانمندی چین در ارائه نوآوری‌هایی است که در غرب سابقه ندارند.

اقتصاد ارتفاع پایین در حال شکل‌گیری

با توجه به نوظهور بودن اقتصاد ارتفاع پایین، شرکت‌های مختلف فعلاً در حال آزمایش ایده‌های نوآورانه هستند. برای مثال شرکت چینی جویانس تک (Joyance Tech) پهپاد کوچکی را توسعه داده که می‌تواند مایعات را با فشار بالا (تا ۱۰ لیتر در دقیقه) در مسیرهای دقیق اسپری کند. این پهپاد تا ارتفاع ۱۵۰ متر پرواز کرده و زمان پرواز آن بین ۱۲ تا ۱۸

دقیقه است. از آن می‌توان برای همیزکاری فم‌های شیشه‌ای ساختمان‌ها یا پنل‌های خورشیدی استفاده کرد و قیمت پایه آن از ۸۰۰۰ دلار آغاز می‌شود.

شرکت هایشن مدیکال (Haishen Medical Technology) زیرمجموعه شرکت کشتی‌سازی چین (CSSC)، در آوریل ۲۰۲۵ پهپاد امدادی پیشرفته‌ای معرفی کرد که می‌تواند تا ۳۰۰ کیلوگرم بار حمل کرده، مجروحان را از مناطق دورافتاده نجات دهد و خدمات درمانی جزئی یا تماس ویدیویی با پزشک ارائه دهد. این پهپاد برای کار در دمای بین منفی ۲۵ تا مثبت ۴۶ درجه و ارتفاع تا ۵۰۰۰ متر طراحی شده است.



پهپاد امدادی هایشن
مدیکال

شرکت چینی ژواو (JOUAV) پهپادی ترکیبی را توسعه می‌دهد که روتورهای مشابه بالگرد را با بال‌های ثابت هواپیمایی ترکیب می‌کند و برای عملیات نجات در زمین‌های غیرمسطح طراحی شده است. این پهپاد به دوربین حرارتی، سونار (sonar)، لیدار و هوش مصنوعی مجهز است، تا ۴۸۰ دقیقه پرواز می‌کند، سرعت آن به ۱۰۰ کیلومتر در ساعت می‌رسد و می‌تواند منطقه‌ای به شعاع ۲۰۰ کیلومتر را جست‌وجو کند.

این پهپاد همچنین قابلیت شناسایی حرارت بدن یا علائم بصری افراد گرفتار و ارسال مکان دقیق آن‌ها به تیم‌های زمینی را دارد. در مه ۲۰۲۵، شرکت سی‌اچ یو‌ای‌وی (CH UAV) نخستین پرواز آزمایشی پهپاد سنگین‌بار CH-YH1000 را با موفقیت انجام داد. این پهپاد خودران می‌تواند تا ۱.۲ تن بار را تا فاصله ۱۵۰۰ کیلومتری حمل کند. برخلاف بیشتر هواگردهای عمودپرواز، این پهپاد مانند هواپیما برخاسته و فرود می‌آید و فقط به باند کوتاهی نیاز دارد. مدت پرواز آن تا ۱۰ ساعت و ارتفاع عملیاتی آن تا ۸۰۰۰ متر است. این شرکت آن را «ون‌پرنده» می‌نامد و امیدوار است بتواند تحویل بسته‌ها به مناطق دورافتاده را سریع‌تر و ارزان‌تر کند.

جمع‌بندی: از تخیل تا واقعیت

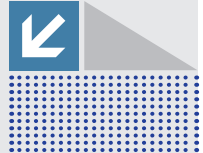
اقتصاد ارتفاع پایین که زمانی مفهومی علمی-تخیلی به نظر می‌رسید، امروز به‌ویژه در چین به واقعیتی در حال گسترش بدل شده است. پیشرفت‌های چشمگیر در حوزه‌ی هواگردهای عمودپرواز الکتریکی، پهپادهای باری، فناوری‌های امدادی و حمل‌ونقل شهری نشان می‌دهد که آینده هوانوردی، دیگر تنها در آسمان‌های بلند و فرودگاه‌های بزرگ رقم نمی‌خورد؛ بلکه در ارتفاعی پایین‌تر، نزدیک‌تر به زندگی روزمره ما در حال شکل‌گیری است.



پہیادھا



بازرسی پهپادی برای افزایش ایمنی شبکه توزیع برق



یک شرکت تامین برق در چین با بهره‌گیری از دستگاه نوآورانه‌ای که پهپادها را برای بازرسی برخط و عملیات اتصال و جداسازی سیم‌های زمین به کار می‌گیرد، گام مهمی در کاهش خطرات و افزایش بهره‌وری برداشت.

شرکت برق ژنجیانگ (State Grid Zhenjiang Power Supply Company) به‌طور نوآورانه از یک سازوکار یکپارچه برای بازرسی لحظه‌ای خطوط انتقال برق و عملیات اتصال و جداسازی سیم زمین (UAV live-line inspection) با پهپاد استفاده کرد. این راهکار امکان بازرسی سریع و دقیق خطوط انتقال برق را از طریق کنترل از راه دور فراهم می‌کند که علاوه بر کاهش خطر برق‌گرفتگی برای کارکنان، دقت و ایمنی عملیات را نیز بهبود می‌بخشد. همچنین قابلیت اتصال و

جداسازی از راه دور سیم‌های زمین موجب افزایش کارایی و ایمنی این بخش از عملیات شده است.

دستاوردهای عملیاتی قابل توجه

از زمان آغاز به کار این پروژه، هیچ موردی از برق‌گرفتگی کارکنان یا آسیب به تجهیزات گزارش نشده است. مدت زمان حضور افراد در عملیات پرخطر ۱۰۰ درصد کاهش یافته است. همچنین، زمان لازم برای انجام یک عملیات بازرسی و اتصال زمین از ۲ ساعت به کمتر از ۳۰ دقیقه کاهش یافته و مدت زمان خاموشی برق نیز ۸۰ درصد کوتاه‌تر شده است.

شرکت برق ژن‌جیانگ اعلام کرد که قصد دارد این فناوری را بیش از پیش بهبود دهد و دستورالعمل‌های استاندارد برای اجرای آن تدوین کند. در گام‌های بعدی، این راهکار در سراسر کشور به کار گرفته خواهد شد تا ادغام عمیق‌تر و توسعه نوآورانه فناوری‌هایی همچون پهپادها، حسگرها و کنترل هوشمند (intelligent control) در حوزه عملیات و نگهداری شبکه‌های برق تحقق یابد.



پهپاد باری چینی در
حال حمل بار

آینده لجستیک هوایی با پهپادهای چینی رقم می خورد

چین با سرمایه گذاری گسترده در پهپادهای باری و تاکسی های پرنده، به دنبال تسلط بر اقتصاد ارتفاع پایین است؛ حوزه ای نوظهور که می تواند همزمان چهره بازرگانی جهانی و میدان های جنگ آینده را تغییر دهد. در ماه ژوئیه نخستین نمایشگاه بین المللی هوانوردی پیشرفته در ارتفاع پایین (International Advanced Air Mobility Expo) در چین برگزار شد. در این نمایشگاه فناوری هایی همچون نخستین هواپیمای عمودپرواز الکتریکی هفت نفره با وزن سه تن، پهپادهای مجهز به سوخت هیدروژنی و پهپادهای باری بال ثابت به نمایش درآمد.

از برتری اولیه آمریکا تا جهش صنعتی چین

در آغاز قرن بیست و یکم، ایالات متحده پیشگام فناوری پهپاد بود و شرکت‌های دفاعی این کشور در کنترل پرواز، یکپارچه‌سازی حسگرها و خودکارسازی پیشرفت‌های چشمگیری داشتند. این نوآوری‌ها به آمریکا برتری تاکتیکی در جنگ‌های ضدتروریستی بخشید و حتی راه را برای کاربردهای کشاورزی و امدادسانی باز کرد. اما شرکت چینی دی‌جی‌آی (DJI) با بهره‌گیری از پشتیبانی دولتی، تولید انبوه و کاهش هزینه‌ها توانست از میانه دهه ۲۰۱۰ بازار جهانی را در اختیار گیرد. امروز این شرکت بیش از ۷۰ درصد بازار پهپادهای تجاری را در دست دارد، در حالی که شرکت‌های آمریکایی سهم اندکی برده و بیشتر در حوزه نظامی فعال‌اند. اگر نسل اول پهپادها برای عکاسی و سرگرمی ساخته شده بودند، نسل تازه پهپادهای باری قادر است صدها تا هزاران کیلوگرم بار را در مسافت‌های طولانی حمل کند. این پهپادها در ارتفاع پایین و اغلب به‌صورت خودران پرواز می‌کنند و تحولی بنیادین در لجستیک جهانی ایجاد می‌نمایند.

سرمایه‌گذاری دولتی، موتور محرک اقتصاد ارتفاع پایین چین

دولت چین با یارانه‌ها، معافیت‌های مالیاتی و برنامه‌های توسعه پنج‌ساله از صنعت پهپاد باری حمایت می‌کند. همین حمایت‌ها سبب شد شرکت‌های چینی در طراحی و تولید پهپادهای باری پیشرفت سریعی داشته باشند. نمونه بارز آن ایر وایت ویل (Air White Whale) با مدل دبلیو ۵۰۰۰ (W5000) است که به‌عنوان بزرگ‌ترین پهپاد باری جهان معرفی شده و قرار است تا سال ۲۰۲۶ وارد خدمت شود. این پهپاد توان حمل ۵.۵ تن بار در مسافت ۲۶۰۰ کیلومتری را دارد.



14W5000

چین تنها به ساخت پهپاد بسنده نکرده، بلکه در حال ایجاد شبکه‌ای کامل برای لجستیک هوایی است. شرکت اس‌اف اکسپرس (SF Express) با بهره‌گیری از پهپادها به جزایر دورافتاده بار می‌رساند و زدتی‌او اکسپرس (ZTO Express) شبکه‌ای متشکل از ۱۰۰ مرکز لجستیک در ۴۰ شهر را با ناوگانی از پهپادهای خودران مدیریت می‌کند. زیرساخت‌هایی همچون ایستگاه‌های تعویض باتری، تاکسی‌های پرنده و سامانه‌های مدیریت ترافیک دیجیتال نیز در حال تکمیل است.

طبق برآورد موسسه تحقیقاتی بین‌المللی آلاید مارکت ریسرچ (Allied Market Research)، بازار جهانی لجستیک پهپادی تا اوایل دهه ۲۰۳۰ می‌تواند به بیش از ۵۳ میلیارد دلار برسد. چین با پیشتازی در این عرصه سهم بزرگی از این بازار را به دست خواهد آورد و با مشارکت فعال در سازمان بین‌المللی هوانوردی غیرنظامی (ICAO) و کمیته‌های تدوین مقررات پهپاد، در حال شکل‌دهی استانداردهایی است که به نفع فناوری‌های بومی‌اش تمام می‌شود.



موتور توربوجت پهباد
چینی

پهباد عمودبرخاست با موتور جت بر روی ناوهای چینی می‌آید

مهندسان هوافضای چینی اعلام کردند که موفق به توسعه یک پهباد جدید شده‌اند که توانایی نشست و برخاست عمودی همراه با پرواز در سرعت و برد بالا را دارد. این پهباد می‌تواند از تقریباً هر ناو جنگی پرتاب شود و سپس به پرواز کروز پرسرعت و برد بلند تغییر وضعیت دهد.

توسعه این پهباد از سال ۲۰۱۵ در دانشگاه بئیهانگ (Beihang University) آغاز شد و برخلاف نمونه آمریکایی نیروی هوایی ایالات متحده موسوم به ایکسکیو۵۸-ای والکری (XQ-58A Valkyrie) که به باند طولانی یا عرشه ناو هواپیمابر نیاز دارد، قابلیت ترکیب نیروی

بالابر ملخ‌های کوچک با سرعت موتور توربوجت را در یک بدنه واحد فراهم می‌کند. هدف اصلی این طرح، ایجاد توانایی برای ناوهای چین در به‌کارگیری پهپادهای شناسایی و تهاجمی از روی ناوشکن‌ها، ناوچه‌ها و کشتی‌های آبی-خاکی بدون نیاز به عرشه پرواز ویژه است.

نوآوری‌های فنی در طراحی و آزمایش‌ها

بدنه این پهپاد از الیاف کربن T-700 تقویت شده با رزین‌های اصلاح شده ساخته شده که هم وزن سبک و هم مقاومت لازم برای تحمل نشست و برخاست‌های مکرر بر روی عرشه ناو را فراهم می‌کند. بخش‌های نزدیک به خروجی موتور نیز با پوشش‌های مقاوم به گرما محافظت شده‌اند و توان تحمل دماهایی بالاتر از ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد را دارند.

طراحی این پهپاد به‌گونه‌ای است که با استفاده از ملخ‌های کوچک عملیات برخاست و فرود انجام می‌دهد و پس از آن، پرواز به کمک موتور توربوجت ادامه می‌یابد. برای کاهش مقاومت هوا، سامانه پوشش جمع‌شونده‌ای که در حالت پرواز کروژ ملخ‌ها را می‌پوشاند و طبق آزمایش‌های تونل باد، تا ۶۰ درصد نیروی پسا را کاهش می‌دهد. این ویژگی به پهپاد امکان می‌دهد با ثمای آیرودینامیک مشابه پهپادهای جت‌محور معمولی پرواز کند. نمونه آزمایشی با وزن ۴۵ کیلوگرم توانست به سرعت ۲۲۸ کیلومتر بر ساعت دست یابد.



کمک پهپادها به اصلاح ژنتیکی گندم



پژوهشگران در چین روشی کم‌هزینه برای تصویربرداری هوایی توسط پهپادها ارائه کرده‌اند که قادر است ارتفاع گندم را با دقت بسیار بالا ثبت کند. این فناوری با آشکار کردن تفاوت‌های ظریف در مزارع و شناسایی

نواحی ژنتیکی مرتبط با ارتفاع که اغلب در روش‌های مرسوم اندازه‌گیری نادیده گرفته می‌شوند، توانسته ۱۱ ناحیه ژنی پایدار را شناسایی کند که دو مورد از آن‌ها تاکنون ناشناخته بوده است. این دستاورد همچنین به تولید نشانگرهای مولکولی منجر شد که می‌تواند فرآیند اصلاح نژاد گندم‌های پربازده و مقاوم در برابر خوابیدگی را تسریع کند. گندم که نزدیک به یک‌پنجم کالری مصرفی جهان را تامین می‌کند، به‌شدت تحت تاثیر ویژگی ارتفاع گیاه قرار دارد. گیاهان بلندتر معمولاً در برابر باد و باران آسیب‌پذیرترند و خطر خوابیدگی آن‌ها بیشتر است، درحالی‌که گیاهان کوتاه‌تر ممکن است زیست‌توده و راندمان فتوسنتزی کمتری داشته باشند. در گذشته استفاده از ژن‌های کوتاه‌کننده رشد سبب افزایش عملکرد شد، اما هنوز یافتن توازن ایده‌آل میان پایداری و بهره‌وری هدف اصلی اصلاح‌گران است. روش اندازه‌گیری دستی ارتفاع، کند و پرخطا بوده و جزئیات درون هر قطعه زمین را نادیده می‌گیرد.

برتری تصویربرداری مورب پهپادی نسبت به روش‌های متداول

مطالعه‌ای که توسط محققان دانشگاه کشاورزی چین (China Ag-ricultural University) و آکادمی علوم کشاورزی چین (Chinese Academy of Agricultural Sciences) در نشریه پلنت فنومیکس (Plant Phenomics) منتشر شد، دو روش تصویربرداری پهپادی را مقایسه کرد: روش مورب دورانی یا (Cross-Circling Oblique) و روش معمول عمودی یا (Nadir Imaging). نتایج نشان داد که روش مورب دورانی ابرهای سه‌بعدی متراکم‌تر و دقیق‌تری ایجاد کرده و جزئیات تاج گیاه (به‌ویژه در حاشیه قطعات) را بهتر ثبت می‌کند. این روش حتی قادر به نمایش سنبله‌های گندم بود.

آینده اصلاح نژاد با کمک فناوری‌های نوین

ترکیب تصویربرداری مورب پهنپای و تحلیل سه‌بعدی چندسطحی ارتفاع گیاه، ابزاری دقیق، اقتصادی و مقیاس‌پذیر برای اصلاح‌گران فراهم می‌کند تا ارزیابی ارتفاع در مزارع را با سرعت و دقت بیشتری انجام دهند. این رویکرد می‌تواند ژن‌هایی را آشکار کند که روش‌های مرسوم از شناسایی آن‌ها عاجز هستند و در نتیجه، انتخاب مبتنی بر نشانگر ژنتیکی را کارآمدتر سازد. پژوهشگران معتقدند که این فناوری علاوه بر گندم، قابلیت کاربرد در سایر محصولات کشاورزی با ساختار تاج و اهمیت ارتفاع گیاه را نیز دارد و می‌تواند راهی تازه در کشاورزی دقیق و بهبود ارقام آینده بگشاید.



WZ-9 Divine Eagle

پهپاد جاسوسی چینی اهداف رادارگریز را تا شعاع ۵۰۰ کیلومتری شناسایی می‌کند

چین پیشرفته‌ترین پهپاد شناسایی دوربرد خود را با قابلیت پرواز طولانی‌مدت و برد راداری بالا رونمایی کرد. این پرنده بدون سرنشین به‌طور ویژه برای شناسایی و مقابله با فناوری پنهان‌کاری در هواپیماها طراحی شده و بخشی از راهبرد مسدودسازی و کنترل دسترسی چین به مناطق حساس دریایی به شمار می‌رود.

پایش مداوم مسیرهای کلیدی و شناسایی جنگنده‌های پنهانکار بر خلاف پهپادهای شناسایی معمول، پهپاد دبلو زد۹- (WZ-9 Di-) (vine Eagle) مجهز به سامانه‌های جمع‌آوری اطلاعات و توان مقابله با فناوری پنهان‌کاری است و می‌تواند در لحظه ناوهای هواپیمابر، شناورهای رزمی و هواپیماهای پنهانکار پیشرفته مانند جنگنده اف۳۵-

لایت‌نینگ ۲ (F-35 Lightning II)، اف ۲۲- رپتور (F-22 Raptor) و
مب‌افکن بی ۲۱- (B-21) را رهگیری کند.
این پهپاد با طول بال حدود ۴۵ متر و طول بدنه کمتر از ۱۵ متر، توان
پرواز در ارتفاع ۲۵ هزار متری را دارد و می‌تواند تا ۳۵ ساعت بی‌وقفه
پرواز کند. سامانه راداری آن قادر به شناسایی اهداف تا فاصله ۵۰۰
کیلومتری است و طراحی دو بدنه‌ای آن به همراه رادارهای جانبی و
تصویربرداری روزنه مصنوعی (SAR) و سامانه رهگیری اهداف متحرک
(MTI) باعث می‌شود بتواند هواپیماهای پنهانکار، شناورهای جنگی و
حتی زیردریایی‌ها را در فواصل بسیار دور تشخیص دهد.



16V2000CG CarryAll

پهپاد باری چینی مسیر ده ساعته را در یک ساعت طی کرد



یک پهپاد برقی سنگین وزن چینی با حمل ۴۰۰ کیلوگرم محموله، مسیر ۱۵۰ کیلومتری تا سکوی نفتی را تنها در ۵۸ دقیقه پیمود و نخستین عملیات باری بزرگ برقی جهان را رقم زد. پهپاد بدون سرنشین وی ۲۰۰۰ سی جی کری آل (V2000CG CarryAll) از شهر شنژن (Shenzhen) به سکوی نفتی شرکت ملی نفت فراساحل چین (China National Offshore Oil Corporation) پرواز کرد و محموله‌ای شامل میوه تازه و تجهیزات پزشکی اضطراری را تحویل داد. در حالت معمول، تامین نیازهای این سکوها با کشتی بیش از ۱۰ ساعت رفت و برگشت زمان می‌برد. بالگردها سریع‌تر هستند اما هزینه سوخت، نگهداری و اجاره آنها بسیار بالاست. کری آل با زمان جابه‌جایی حدود یک ساعت، هزینه کمتر و پروازی نرم‌تر از بالگرد، گزینه‌ای اقتصادی و سریع ارائه می‌دهد. طراحی تمام برقی

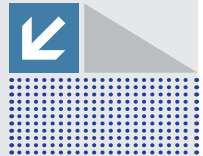
آن به معنای انتشار صفر آلاینده در پرواز و کاهش تاخیرهای ناشی از شرایط آب‌وهوایی نسبت به کشتی است.

ترکیب توان برخاست عمودی و پرواز بال ثابت

این پهپاد که توسط شرکت اتوفلایت (Autoflight) توسعه یافته، توان برخاست عمودی شبیه بالگرد را با بهره‌وری پرواز بال ثابت ترکیب می‌کند. وی ۲۰۰۰ سی‌سی‌جی قادر است ۴۰۰ کیلوگرم بار را با سرعت حدود ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت حمل کند و آغاز عملیات تجاری آن می‌تواند با فراهم آوردن جایگزینی سریع‌تر و پاک‌تر برای کشتی‌ها و بالگردها، چهره لجستیک دریایی و فراساحلی را دگرگون کند.



ساخت شنل نامرئی هوشمند برای پهپادهای رادارگریز



پژوهشگران چینی فناوری پیشرفته‌ای توسعه داده‌اند که با استفاده از هوش مصنوعی و فراماده، پهپادها را در برابر رادار کاملاً نامرئی می‌کند؛ تحولی که می‌تواند موازنه قدرت در میدان نبرد را تغییر دهد. نوآوری اصلی شنل نامرئی دانشگاه ژجیانگ (Zhejiang University) در هوشمند بودن آن است. برخلاف طرح‌های قدیمی که تنها با پوشش یک ماده ثابت تلاش به انحراف امواج رادار می‌کردند، این نسخه جدید از هوش مصنوعی برای انطباق آنی استفاده می‌کند. حسگرهای تعبیه‌شده روی شنل، ویژگی‌های امواج راداری برخوردکننده را اندازه‌گیری کرده و سپس هوش مصنوعی ساختار شنل را در لحظه تغییر می‌دهد تا امواج به دور پهپاد هدایت شوند. این فناوری با الهام‌گیری از تغییر رنگ پوست یک آفتاب‌پرست برای هماهنگی با محیط توسعه داده شده است.

آزمایش‌ها در محیط کنترل‌شده نتایج شگفت‌انگیزی نشان داد: میزان بازتاب امواج راداری پهپادهای مجهز به این شل تقریباً با پس‌زمینه محیط یکسان بود، در حالی که یک پهپاد معمولی بازتاب قابل توجهی ایجاد می‌کند و به راحتی شناسایی می‌شود.

رقابت جهانی برای نامرئی‌سازی

برای دهه‌ها، ارتش ایالات متحده با توسعه جنگنده‌های پنهانکار مانند «اف-۳۵» (F-35) در خط مقدم فناوری رادارگریزی قرار داشته است. این هواگردها با استفاده از مواد ویژه، امواج رادار را جذب کرده و شناسایی‌شان دشوارتر می‌شود. اما پیشرفت فناوری رادار، کارایی این روش‌ها را به چالش کشیده و رقابت تسلیحاتی را به سمت راهکارهای نوین سوق داده است. کشورهایی مانند چین و روسیه نیز به دنبال روش‌هایی پیشرفته‌تر هستند که با دستکاری امواج الکترومغناطیسی، اشیاء را در طیف‌های مرئی و نامرئی (مانند امواج راداری) پنهان کنند. در این مسیر، فناوری فراماده (Metamaterials) نقش کلیدی دارد. این مواد می‌توانند نور و امواج راداری را خم کرده و به جای بازتاب، آن‌ها را به اطراف جسم هدایت کنند. هدف نهایی، تولید تجهیزاتی است که هواپیماها و پهپادها را به‌طور کامل از دید رادارهای دشمن محو کند.

از سال ۲۰۱۱، موسسه فناوری پیشرفته گوانگ‌چی (Guangqi Ad- vanced Technology Institute) در چین، تولید فراماده‌های ویژه برای جنگنده‌های نسل پنجمی مانند جی-۲۰- مایتی دراگون (J-20 Mighty Dragon) را آغاز کرد. این مواد میزان شناسایی توسط رادار را کاهش می‌دهند، اما هنوز به نامرئی‌سازی کامل نرسیده‌اند. از سال ۲۰۱۸، پژوهشگران دانشگاه ژجیانگ در حال توسعه شل نامرئی ویژه

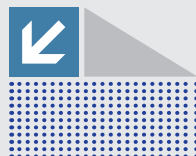
پهپادها هستند. با توجه به کوچک‌تر و سریع‌تر بودن پهپادها نسبت به هواگردهای سنتی، شناسایی آن‌ها دشوارتر است. هدف این طرح، پنهان‌سازی پهپاد حتی در حین پرواز با سرعت بالا و در شرایط مختلف (چه در هوا، چه در دریا و چه روی زمین) بوده است.

پیامدهای نظامی و راهبردی

این دستاورد می‌تواند آینده نبردهای مدرن را تغییر دهد، به‌ویژه در درگیری‌هایی که استفاده از پهپاد نقش کلیدی دارد. تصور کنید یک دسته از پهپادهای نامرئی به سمت یک هدف راهبردی حرکت کنند؛ این وضعیت سامانه‌های دفاعی دشمن را با چالش جدی مواجه می‌کند، زیرا این پهپادها هم سریع‌اند و هم شناسایی‌ناپذیر. با این حال، توسعه این فناوری برای هواگردهای بزرگ‌تر همچنان چالش‌برانگیز است. تمرکز فعلی تیم پژوهشی دانشگاه ژجیانگ بر پهپادهاست، اما تحقیقات در حوزه فراماده و پنهان‌کاری می‌تواند در سال‌های آینده به پیشرفت‌های بزرگ‌تر در حوزه جنگنده‌ها نیز منجر شود.



پهپاد غولپیکر نظامی چین به جنگ طوفان رفت



برای نخستین بار، یک پهپاد نظامی سنگین وزن با فناوری پیشرفته به جای میدان نبرد، در خط مقدم مقابله با طوفان قرار گرفت. این پهپاد چینی نخستین ماموریت شناسایی و هشدار زودهنگام در مواجهه با طوفان را با موفقیت پشت سر گذاشت.

همزمان با نزدیک شدن طوفان «ویفا» (Wipha) به جنوب چین در هفته جاری، پهپاد وینگ لونگ (Wing Loong) که توسط شرکت صنایع هوافضای چین (Aviation Industry Corporation of China - AVIC) توسعه یافته برای انجام عملیات شناسایی پیش از وقوع حادثه و ارزیابی پس از آن، به منطقه اعزام شد. پهپاد مذکور در شرایط جوی بسیار سخت، شامل بارندگی شدید و بادهای با سرعت بالا، به جمع آوری داده‌های کلیدی پیش از برخورد طوفان با خشکی پرداخت.

رادار روزنه مصنوعی در خدمت نظارت آبی

پهپاد وینگ لونگ به یک رادار پیشرفته روزنه مصنوعی (Synthetic Aperture Radar - SAR) مجهز بود که این امکان را فراهم کرد تا بتواند از میان ابرهای ضخیم و بارش شدید، به صورت لحظه‌ای و در زمان واقعی عملیات پایش و شناسایی را انجام دهد. اطلاعات جمع‌آوری شده فوراً به مرکز فرماندهی اضطراری ارسال شد و در ارزیابی ریسک، برنامه‌ریزی برای کنترل سیلاب و تخصیص منابع امدادی به کار گرفته شد. با اثبات توانایی در شناسایی طوفان، این پهپاد نقش پررنگ‌تری در راهبردهای چین برای مدیریت بحران‌های اقلیمی و تقویت تاب‌آوری در برابر بلایای طبیعی خواهد داشت.



محافظت از زمینهای کشاورزی به کمک پهپادهای طیف‌سنجی

در تلاش برای مقابله با آفات زمین‌های کشاورزی کشت سویا سویا که تهدیدی جدی برای کاهش عملکرد این محصول در چین محسوب می‌شود، تیمی از دانشمندان موفق شدند با ترکیب تصویربرداری چندطیفی از طریق پهپاد و طیف‌سنجی زمینی، شدت بیماری را در مزارع سویا پیش‌بینی و پایش کنند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد این فناوری پیشرفته می‌تواند مدیریت آفات کشاورزی را وارد مرحله‌ای جدید کند.

این پژوهش که در مجله آگرونومی (Agronomy) منتشر شده است، در سال ۲۰۲۲ در مزارع سویا در شمال شرق چین انجام شد؛ جایی که افزایش

دما و رطوبت باعث شدت گرفتن شیوع یک نوع باکتری شده است. این باکتری لکه‌های برگ مشخصی ایجاد می‌کند که فعالیت فتوسنتزی و عملکرد سوپا را کاهش می‌دهد. این مطالعه توسط پژوهشگرانی از دانشگاه کشاورزی جیلین (Jilin Agricultural University)، انجام گرفته و هسته اصلی روش پژوهشگران، ادغام پایش هوایی توسط پهپادهای مجهز به حسگر چندطیفی با طول موج ۴۵۰ نانومتر تا ۸۵۰ نانومتر و داده‌های زمینی همچون شاخص محتوای کلروفیل (Chloro-phyll Content Index / CCI) و مشاهدات مستقیم درجه بیماری بود.

نتایج نشان داد همبستگی منفی قوی بین CCI و شدت بیماری وجود دارد؛ به‌طوری‌که با پیشرفت بیماری، سطح کلروفیل کاهش می‌یابد. این ارتباط امکان تخمین غیرمستقیم شدت بیماری از طریق داده‌های طیف‌سنجی را فراهم کرد.

تلفیق علم داده و سنجش پهپادی

این رویکرد که ترکیبی از تلفیق میدانی، تصویربرداری پهپادی در ارتفاع ۳۰ متری و مدل‌سازی رگرسیونی بود، گامی مهم به‌سوی کشاورزی دقیق و پایش لحظه‌ای محصولات محسوب می‌شود. پژوهشگران برای کاربردهای آینده پیشنهاد دادند از رویکرد دو مرحله‌ای استفاده شود: ابتدا اسکن گسترده از ارتفاع بالا برای شناسایی مناطق مشکوک، و سپس تصویربرداری دقیق نزدیک به تاج پوشش گیاهی.

با وجود نتایج امیدوارکننده، پژوهش با محدودیت‌هایی نیز همراه بود. به دلیل تغییرات محیطی و دشواری در ثبت نمونه‌های کاملاً سالم (درجه ۰) و بسیار آلوده (درجه‌های ۷ تا ۹)، داده‌ها تا حدی نامتوازن بودند. تیم

تحقیقاتی برای رفع این مشکل از تلقیح مصنوعی گیاهان استفاده کرد تا دامنه وسیعی از درجات بیماری شبیه سازی شود. تصاویر چندطیفی رنگی توانستند درجات بیماری ۱ تا ۶ را به خوبی تشخیص دهند، اما شناسایی بیماری در مراحل اولیه به دلیل تفاوت های رنگی ظریف دشوار بود. پژوهشگران تاکید کردند که باید الگوریتم های پردازش تصویر و درجه بندی بیماری بهبود یابد.

نقشه راهی برای حفاظت دقیق از گیاهان

این مطالعه مبنایی علمی برای استفاده گسترده از پایش طیف سنجی و پهبادی سلامت گیاهان فراهم کرده است. پژوهشگران نوشتند: «این روش مبنای نظری و ارزش مرجعی برای پیش بینی و مدیریت بیماری بلایت باکتریایی سویا فراهم می کند.» با اصلاح روش های کالیبراسیون طیفی و طراحی نمونه برداری، این فناوری می تواند در سراسر مناطق تولید سویا در چین و حتی سایر نقاط جهان استفاده شود.



نگاهی به دستاوردهای اخیر اقتصاد ارتفاع پایین در چین

چین در سال‌های اخیر شاهد توسعه سریع فناوری و صنعتی در حوزه اقتصاد کم‌ارتفاع بوده است و آسمان زیر ۱۰۰۰ متر در سراسر این کشور روز به روز شلوغ‌تر می‌شود. به عنوان نیروی محرکه مهم برای ایجاد انرژی اقتصادی جدید، اقتصاد کم‌ارتفاع توسط بسیاری به عنوان یک صنعت نوظهور کلیدی و راهبردی در نظر گرفته می‌شود. این رشد سریع نتیجه سرمایه‌گذاری دولت چین در حوزه‌های نوآورانه، از جمله هوش مصنوعی برای کنترل ترافیک هوایی، توسعه زیرساخت‌های ارتباطی 5G و تولید تجهیزات پیشرفته مانند باتری‌های پر ظرفیت و موتورهای سبک‌وزن است. انتظار می‌رود این صنعت در آینده نزدیک به یکی

از ارکان اصلی اقتصاد دیجیتال چین تبدیل شود و علاوه بر حمل و نقل، بخش‌هایی همچون گردشگری، پزشکی و کشاورزی را نیز متحول کند.

پهپادهای باری، نماد تحول در لجستیک و حمل و نقل سریع

یک پهپاد باری که توسط شرکت فینیکس وینگز (Phoenix Wings) زیرمجموعه شرکت پست و لجستیک چینی اس اف گروپ (SF Group) توسعه یافته است، در مراسم آغاز به کار نخستین پروژه‌های آزمایشی اقتصاد ارتفاع پایین (LAE: Low-Altitude Economy) در هنگ‌کنگ، جنوب چین، در تاریخ ۲۰ مارس ۲۰۲۵ به نمایش گذاشته شد. استفاده از این پهپادها هزینه‌های حمل و نقل را به‌طور قابل توجهی کاهش می‌دهد و زمان تحویل را از چندین ساعت به چند ده دقیقه کاهش می‌دهد.



پهپادهای غذارسان در پشت‌بام مراکز خرید

کارکنان یک مرکز خرید در شهر شنژن، استان گوانگ‌دونگ، در تاریخ ۲۳ آوریل ۲۰۲۴ مشغول آزمایش و تنظیم پهپاد تحویل غذای هوایی بودند.

این فناوری یکی از کاربردهای نوظهور اقتصاد ارتفاع پایین به شمار می‌رود و نقش مهمی در توسعه خدمات شهری هوشمند دارد. این پهپادها در کاهش ترافیک شهری موثر هستند و تجربه‌ای متفاوت برای مشتریان فراهم می‌کنند. شرکت‌های فعال در حوزه تحویل غذا در حال همکاری با مراکز خرید بزرگ برای ایجاد پایگاه‌های پرتاب پهپاد روی پشت‌بام‌ها هستند. این روند می‌تواند مدل کسب‌وکار رستوران‌ها را متحول کرده و خدمات تحویل غذا را سریع‌تر و کارآمدتر کند.



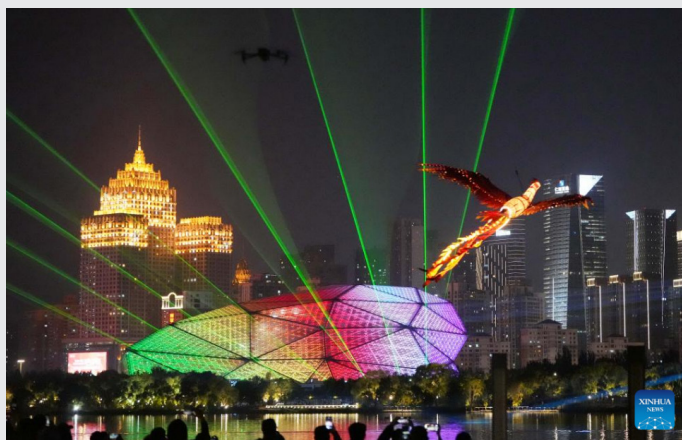
پرواز نمایشی هواپیمای برقی ۵ نفره

یک هواپیمای الکتریکی عمودبرخاست (eVTOL: Electric Vertical Takeoff and Landing) با ظرفیت ۵ سرنشین، در تاریخ ۲۷ فوریه ۲۰۲۴ در شهر شنژن، پرواز نمایشی انجام داد. این نوع هواپیماها می‌توانند تحوّل اساسی در حمل‌ونقل هوایی شهری و بین‌شهری ایجاد کنند. استفاده از موتورهای الکتریکی و طراحی سبک‌وزن باعث می‌شود این هواپیماها آلودگی صوتی و زیست‌محیطی بسیار کمتری نسبت به بالگردهای مرسوم داشته باشند. چین قصد دارد تا سال ۲۰۳۰ شبکه‌ای از تاکسی‌های هوایی eVTOL را در شهرهای بزرگ راه‌اندازی کند.



آموزش خلبانی در مدارس هوانوردی ارتفاع پایین

یک کارآموز در حال آموزش پرواز با هواپیمای سبک ورزشی در آکادمی پرواز هوانوردی ژونگژی ییشنگ (Liaoning Zhongzhi Yisheng Aviation Flight Academy) در شهر شنیانگ، در تاریخ ۲۶ آوریل ۲۰۲۵ دیده می‌شود. این آکادمی که یکی از معتبرترین مراکز آموزش هوانوردی غیرنظامی در شمال شرق چین به‌شمار می‌رود، دوره‌های تخصصی برای خلبانی هواپیماهای سبک، بالگردهای کوچک و پهپادهای پیشرفته ارائه می‌دهد. آموزش‌های این مرکز شامل مهارت‌های پرواز عملی، مدیریت ترافیک هوایی در ارتفاع پایین، آشنایی با قوانین جدید هوانوردی عمومی و فناوری‌های ایمنی پرواز است. چنین آموزش‌هایی نقش کلیدی در توسعه منابع انسانی متخصص برای صنعت نوظهور اقتصاد ارتفاع پایین ایفا می‌کند.



هنر نور و فناوری در آسمان شب چین

در تاریخ ۷ اکتبر ۲۰۲۴، یک نمایش پهپادی دیدنی در شهر شنیانگ برگزار شد. این نمایش‌ها که با هماهنگی صدها تا هزاران پهپاد انجام می‌شوند، به تدریج جایگزین آتش‌بازی‌های سنتی شده‌اند و بخشی از کاربردهای اقتصادی و فرهنگی آسمان ارتفاع پایین را تشکیل می‌دهند.

آموزش پهپادی در پایگاه نوآوری ارتفاع پایین یک کارآموز در حال شرکت در دوره عملیاتی آموزش پهپاد در پایگاه نوآوری علمی و فناوری ارتفاع پایین (low-altitude science and technology innovation base) واقع در شهر نینگبو، در تاریخ ۲۸ فوریه ۲۰۲۵ مشاهده شد. این پایگاه‌ها نقش مهمی در تجاری‌سازی و گسترش کاربردهای پهپادی ایفا می‌کنند. کارآموزان در این مراکز با فناوری‌های نوین هدایت خودکار پهپاد، هوش مصنوعی و سامانه‌های اجتناب از برخورد آشنا می‌شوند.



گردشگری هوایی؛ تجربه تماشای مناظر از آسمان

یک گردشگر در تاریخ ۵ نوامبر ۲۰۲۴ با استفاده از خدمات پرواز بالگردی از یکی از پایگاه‌های پروازهای بالگردی در استان ژجیانگ، به تماشای مناظر خیره‌کننده دریاچه تایهو (Taihu Lake) پرداخت.

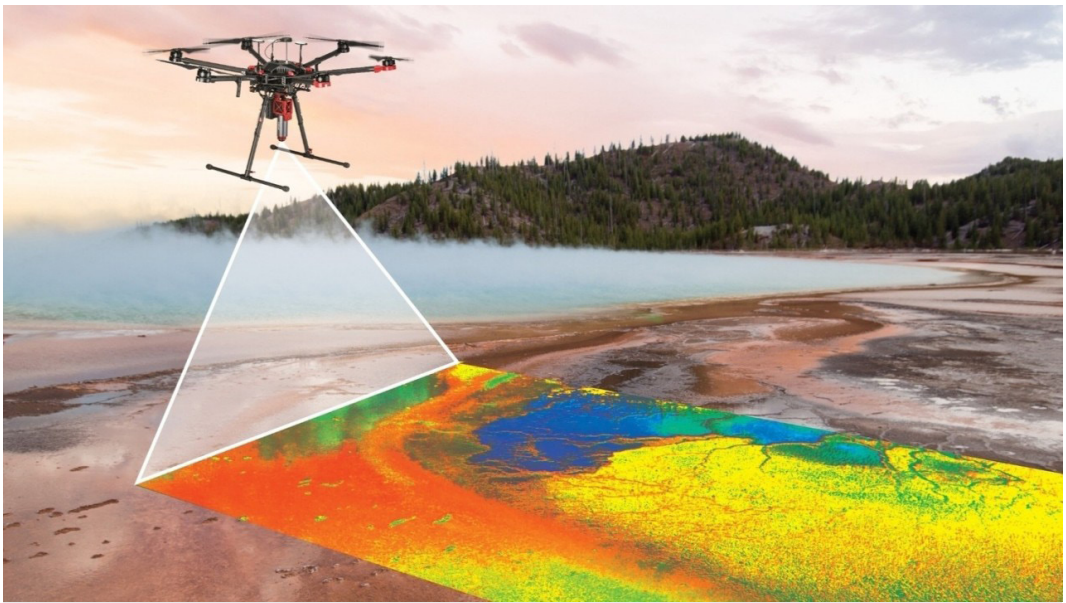


این نوع پروازهای تفریحی که عمدتاً با بالگردهای سبک و کم‌مصرف انجام می‌شود، بخشی از گردشگری هوایی به‌عنوان یکی از شاخه‌های روبه‌رشد اقتصاد ارتفاع پایین در چین محسوب می‌شود. دولت‌های محلی با ایجاد پایگاه‌های پرواز استاندارد و ایمن، طراحی مسیرهای گردشگری هوایی جذاب و ارائه تعرفه‌های مقرون‌به‌صرفه، در تلاش‌اند تا این صنعت را گسترش دهند و تجربه‌ای منحصر به فرد و هیجان‌انگیز برای گردشگران داخلی و خارجی فراهم کنند.

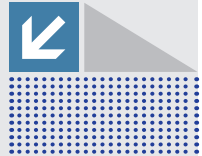


لجستیک هوایی در نمایشگاه بین‌المللی محصولات مصرفی چین

یک پهپاد باری حامل محموله به مقصد بندر شوون (Xuwen Port) از مقابل سالن نمایشگاه نمایشگاه بین‌المللی محصولات مصرفی چین (CICPE: China International Consumer Products Expo) در شهر هایکو در تاریخ ۱۴ آوریل ۲۰۲۵ به پرواز درآمد. استفاده از پهپادهای باری برای لجستیک و حمل‌ونقل سریع یکی از بخش‌های کلیدی رشد اقتصاد ارتفاع پایین چین است. این فناوری می‌تواند زنجیره تامین کالا در مناطق ساحلی و جزیره‌ای را متحول کرده و زمان تحویل را به‌شدت کاهش دهد.



سنجش از دور پهپادی در خدمت حفظ بناهای تاریخی



دانشمندان دانشگاه معماری و برنامه‌ریزی شهری پکن در یک مطالعه جدید، نشان داده‌اند که پهپادها می‌توانند ابزار قدرتمندی برای حفظ روستاهای تاریخی باشند. این گروه از پژوهشگران با بهره‌گیری از پهپادهای پیشرفته و هوش مصنوعی، موفق شدند وضعیت بافت معماری ۲۷ روستای تاریخی در اطراف پکن را به‌طور دقیق بررسی و تحلیل کنند. نتایج این تحقیق در نشریه علمی معتبر نیچر منتشر شده است.

تصویربرداری دقیق‌تر از تصاویر ماهواره‌ای

روش مرسوم پایش روستاهای تاریخی معمولاً به بازدیدهای میدانی یا تصاویر ماهواره‌ای متکی است. اما تصاویر ماهواره‌ای برای شناسایی جزئیات ریز معماری مثل سقف‌های سنتی یا حیاط‌های قدیمی کیفیت کافی ندارند. به همین دلیل پژوهشگران دانشگاه معماری و برنامه‌ریزی

شهری پکن (Beijing University of Civil Engineering and Architecture) از پهنادهای مجهز به دوربین‌های دقیق استفاده کردند تا عکس‌های هوایی با کیفیت بالا از سطح روستاها تهیه کنند. این تصاویر به آنها امکان داد شکل ساختمان‌ها، مصالح و حتی رنگ‌بندی بناها را با دقت فوق‌العاده بررسی کنند.

گام بعدی این تیم، تحلیل تصاویر پهنادی با الگوریتم‌های هوش مصنوعی بود. با آموزش یک مدل پیشرفته یادگیری عمیق، پژوهشگران توانستند ساختمان‌های کاملاً سنتی را از بناهای نوساز یا نیمه‌سنتی جدا کنند. این مدل به‌طور خودکار نقشه‌ای از توزیع ساختمان‌ها در هر روستا تهیه می‌کند و حتی می‌تواند الگوهای ساخت و نحوه استقرار خانه‌ها را مشخص کند. به گفته محققان، دقت این روش به مراتب بالاتر از روش‌های دستی یا تخمین‌های بصری است و در زمان کوتاه‌تری حجم عظیمی از اطلاعات را پردازش می‌کند.

چرا سنجش از دور پهنادی اهمیت دارد؟

روستاهای سنتی به دلیل توسعه شهرنشینی و ساخت‌وساز بی‌رویه در معرض تهدید هستند. با استفاده از پهناد و سنجش از دور، کارشناسان حفاظت میراث فرهنگی می‌توانند در فاصله زمانی کوتاه، وضعیت این بافت‌ها را ثبت کنند و در صورت تخریب یا تغییر غیرمجاز، به سرعت اقدام کنند. در واقع پهنادها به نوعی چشم‌های هوایی برای محافظت از تاریخ و فرهنگ بومی محسوب می‌شوند. پژوهشگران تاکید کردند که این فناوری کمک می‌کند روستاها بدون مزاحمت برای ساکنان بررسی شوند و نیازی به ورود مستقیم به منازل نباشد، که این موضوع احترام به حریم خصوصی مردم را نیز رعایت می‌کند.

این پروژه روی ۲۷ روستای تاریخی پکن از جمله ۱۹ روستای ثبت ملی و ۵ روستای میراث فرهنگی کلیدی متمرکز بود. پهبادهای از ارتفاع کم پرواز کردند و تصاویر با وضوح بسیار بالا گرفتند. سپس داده‌ها در یک نرم‌افزار مخصوص پردازش شد تا نقشه دیجیتال سه‌بعدی از ساختار روستاها تهیه شود. به گفته پژوهشگران، این نقشه‌ها برای تصمیم‌گیری درباره مرمت و برنامه‌ریزی بازسازی، ابزاری بسیار کاربردی و کم‌هزینه هستند.

نتایج این تحقیق نشان داد فناوری سنجش از دور پهبادی می‌تواند انقلابی در مدیریت میراث فرهنگی روستاها به وجود بیاورد. کارشناسان پیش‌بینی می‌کنند در آینده با پیشرفت پهبادهای و مدل‌های هوش مصنوعی، حتی بتوان تغییرات سال به سال ساختمان‌ها را هم رصد کرد و روند فرسایش یا تغییر کاربری آنها را زیر نظر گرفت. به این ترتیب امکان برنامه‌ریزی بهتر برای حفظ سبک معماری سنتی و جلوگیری از ساخت‌وساز ناهماهنگ در این مناطق تاریخی فراهم می‌شود.



نخستین پهپاد باری جهان با بهره‌گیری از پیش‌ران‌ش لیزری



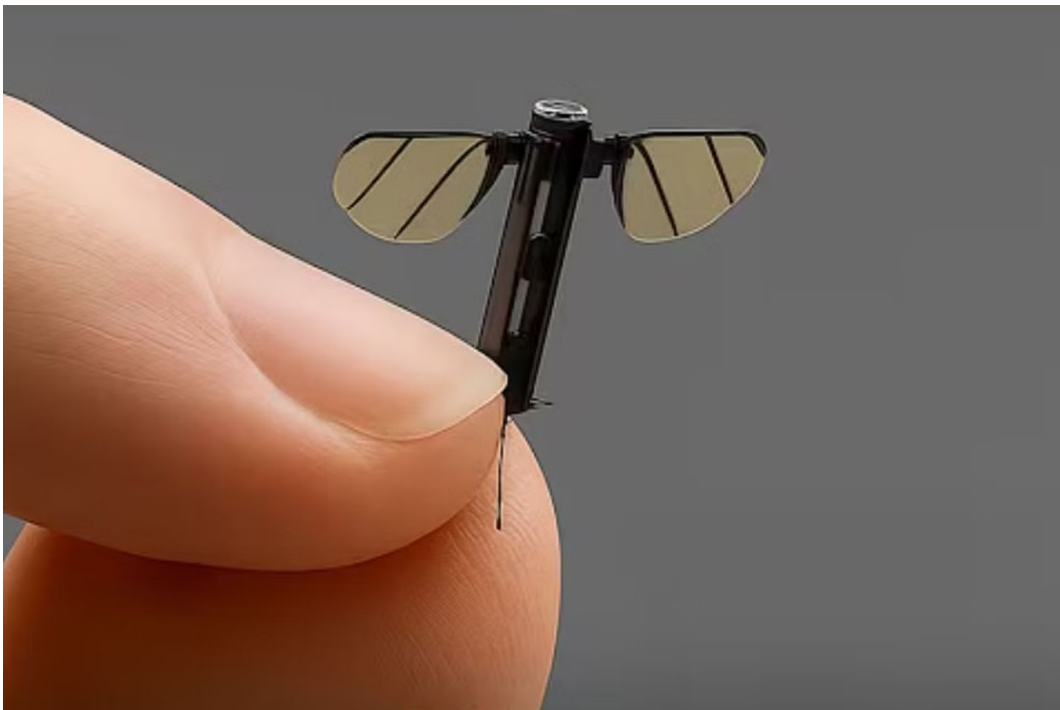
چین به‌طور رسمی نخستین پهپاد باری جهان را معرفی کرد که به‌طور کامل با پرتوهای لیزری تغذیه می‌شود. این دستاورد که توسط پژوهشگران دانشگاه پلی‌تکنیک شمال غربی چین توسعه یافته است، نیاز به سوخت‌های متعارف یا باتری‌های پرحجم را از میان برده و امکان پرواز نامحدود را از نظر تئوری فراهم می‌کند. این پهپاد انرژی مورد نیاز خود را از یک ایستگاه لیزری زمینی دریافت کرده و آن را به برق مورد نیاز برای ادامه پرواز تبدیل می‌نماید.

پرتوهای لیزری و کاربردهای متنوع

پهپاد دانشگاه پلی‌تکنیک شمال غربی (Northwestern Polytechni-cal University) از یک گیرنده لیزری بهره می‌برد که پرتوهای متمرکز و دقیقی را از یک فرستنده زمینی دریافت می‌کند. این انرژی سپس توسط سامانه‌های داخلی به توان الکتریکی قابل استفاده تبدیل می‌شود.

و موتورهای و سامانه‌های کنترل پهپاد را بدون وقفه به کار می‌اندازد. سامانه‌های رهگیری لیزر، هم‌راستایی دقیق پرتو و پهپاد را تضمین کرده و در صورت قطع یا اختلال در پرتو، سامانه ایمنی به‌طور خودکار عمل می‌کند. این طراحی، فناوری را ایمن، هوشمند و مقیاس‌پذیر کرده است. پهپادهای باری لیزری می‌توانند تعریف تازه‌ای از پاسخگویی به بحران ارائه دهند و امکان تحویل شبانه‌روزی غذا، دارو و تجهیزات به مناطق آسیب‌دیده یا دورافتاده را فراهم کنند. در حوزه تجاری نیز این فناوری می‌تواند به‌شدت هزینه‌های حمل‌ونقل را کاهش دهد، انتشار آلاینده‌ها را به صفر برساند و نیاز به زیرساخت‌های شارژ یا سوخت‌گیری را از میان ببرد. در بخش نظامی، از رساندن تدارکات میدانی تا مأموریت‌های اطلاعاتی با پروازهای بلندمدت قابل استفاده خواهد بود.

این پهپاد لیزری در حال حاضر در مرحله نمونه‌سازی است، اما کارشناسان پیش‌بینی می‌کنند در صورت بهبود فناوری‌های پایداری پرتو در فواصل طولانی و پذیرش مقرراتی، در بازه ۵ تا ۸ سال آینده به بهره‌برداری کامل برسد.



ریزپرنده پشهای چین چه قابلیت‌هایی دارد؟



چین به‌تازگی از یک ریزپرنده بسیار ریز به شکل حشره روغایی کرده که برای مأموریت‌های شناسایی و جاسوسی پنهان طراحی شده است؛ موضوعی که توجه و نگرانی جهانی را درباره کاربری‌های نظامی و اطلاعاتی آن برانگیخته است. این ریزپرنده توسط دانشگاه ملی فناوری دفاعی چین توسعه یافته و تنها ۱.۳ سانتی‌متر طول و کمتر از ۰.۳ گرم وزن دارد.

این ریزپرنده که ظاهرش بسیار شبیه یک پشه واقعی است، دو بال برگ‌مانند، بدنه‌ای سیاه و باریک و سه پای سیم‌مانند بسیار ظریف دارد. بر اساس گزارش‌ها، این ریزپرنده می‌تواند بی‌صدا و بدون شناسایی

توسط رادار عمل کند و با بهره‌گیری از دوربین‌ها و میکروفون‌های ریز، تصاویر، صداها و سیگنال‌های الکترونیکی را ضبط کند. اندازه کوچک آن باعث می‌شود حتی در محیط‌های بسته و تاسیسات حساس نظامی یا دولتی نیز قابل استفاده باشد.

این ریزپرنده پشه‌ای بخشی از یک برنامه گسترده‌تر رباتیک دانشگاه ملی فناوری دفاعی چین (National University of Defense Tech - NUDT - nology) است که به تحقیق در حوزه ریزپرنده‌ها اختصاص دارد. پروژه‌های هم‌راستای آن شامل ریزپرنده‌هایی است که از داخل گلوله‌های توپ ۱۵۵ میلی‌متری پرتاب می‌شوند و در عین حال تحمل دما و فشار شدید شلیک توپخانه را دارند.

کاربردهای غیرنظامی ریزپرنده‌ها

فراتر از مصارف نظامی، پژوهشگران به دنبال به کارگیری ریزپرنده‌های فوق‌ریز در زمینه‌های پزشکی، کشاورزی و امداد رسانی در بحران هستند. در حوزه سلامت، این ریزپرنده‌ها می‌توانند برای رساندن دقیق دارو یا تصویربرداری داخلی به کار روند. در حوزه محیط‌زیست، اندازه بسیار کوچک آن‌ها امکان دسترسی به مناطق پرخطر مانند سیلاب‌ها، آتش‌سوزی‌ها یا نشت‌های شیمیایی را فراهم می‌کند.





اینترنت ماهواره‌ای چینی به سرعت ۵ برابر استارلینک دست یافت

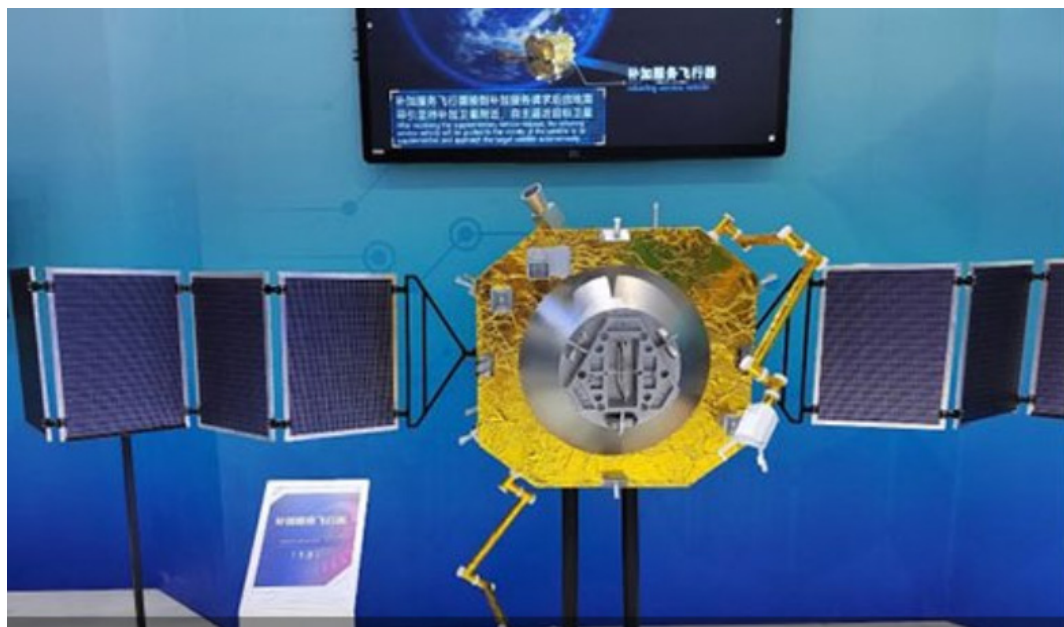
چین از فناوری تازه‌ای برای ارتقاء سرعت و کیفیت اینترنت ماهواره‌ای روغمایی کرده است که می‌تواند در مقایسه با خدمات فعلی استارلینک عملکرد بهتری داشته باشد. این فناوری توسط یک تیم پژوهشی چینی توسعه یافته و از لیزر کم‌مصرف برای ارسال داده از مدار زمین‌ثابت بهره می‌برد. در این فناوری از فرستنده لیزری ۲ وات نصب شده روی ماهواره‌ای در مدار زمین‌ثابت استفاده می‌شود. مدار زمین‌ثابت به ماهواره امکان می‌دهد به‌طور دائمی روی یک نقطه مشخص از زمین متمرکز بماند و ارتباط پایدار برقرار کند.

انتقال داده با سرعت یک گیگابیت بر ثانیه

آزمایش این سامانه در رصدخانه لیجیانگ (Lijiang Observatory)، با بهره‌گیری از تلسکوپ ۶ فوتی و ۳۵۷ آینه میکروسکوپی، انجام شد. پژوهشگران موفق شدند داده‌ها را با سرعت ۱ گیگابیت بر ثانیه انتقال دهند؛ رقمی که تقریباً پنج برابر بیشتر از میانگین سرعت اتصال استارلینک در مدار پایین زمین است. این فناوری در صورت توسعه تجاری می‌تواند امکان ارتباط پایدار، دانلود سریع و کیفیت بهتر در مناطق دورافتاده را فراهم کند.

یکی از چالش‌های مهم در ارسال داده با لیزر از فضا، آشفتگی‌های جوی است که باعث تضعیف یا پراکندگی سیگنال می‌شود. در این پروژه، از فناوری اپتیک تطبیقی برای اصلاح لحظه‌ای اعوجاج‌های جوی استفاده شده و همچنین روشی موسوم به گیرندگی با تنوع مد (mode diversi-ty reception) به کار گرفته شده است که پایدارترین بخش‌های سیگنال پراکنده را انتخاب و تقویت می‌کند.

با توجه به اهمیت دسترسی پایدار به اینترنت، این فناوری می‌تواند در آینده برای استفاده در کشتی‌ها، مناطق کوهستانی، زمین‌های کشاورزی و دیگر مناطق فاقد زیرساخت ارتباطی به کار گرفته شود. همچنین مأموریت‌های فضایی نیز از مزایای یک ارتباط سریع و پایدار بهره‌مند خواهند شد.



نگاهی به فعالیت‌های فضایی اخیر چین

در نیمه نخست سال ۲۰۲۵، برنامه فضایی چین با شتابی چشم‌گیر وارد مرحله‌ای تازه شده است. از انجام پی‌درپی راهپیمایی‌های فضایی در ایستگاه تیانگونگ و آزمایش‌های حیاتی در مسیر فرود سرنشین‌دار بر ماه گرفته تا توسعه ماهواره‌برهای بازیابی‌پذیر با فناوری‌های نوین سوخت مایع، مجموعه‌ای گسترده از دستاوردها و پروژه‌های آزمایشی در حال شکل دادن به آینده فضایی چین هستند. در این گزارش نگاهی جامع به مهم‌ترین مأموریت‌ها، آزمایش‌ها و پیشرفت‌های فناوریانه چین در حوزه فضایی طی ماه‌های اخیر می‌اندازیم.

راهپیمایی دوم فضانوردان شنزو-۲۰ از ایستگاه تیانگونگ

فضانوردان چینی یا تایکونات‌ها (Taikonauts) به نام‌های چن دونگ (Chen Dong) و چن ژونگ‌رویی (Chen Zhongrui) در تاریخ ۲۶

ژوئن دومین فعالیت خارج از ایستگاه خود را در قالب ماموریت شنزو-۲۰ (Shenzhou 20) انجام دادند. این عملیات حدود شش ساعت و نیم طول کشید و طی آن محافظ‌های جدیدی برای مقابله با زباله‌های فضایی روی بدنه خارجی ایستگاه تیانگونگ (Tiangong) نصب کردند، بازرسی‌های دوره‌ای انجام دادند و قطعاتی برای مهار پا جهت سهولت فعالیت‌های خارج از ایستگاه در آینده نصب نمودند.

در این عملیات نیز از بازوی رباتیک ایستگاه استفاده شد و خدمه سومی به نام وانگ جیه (Wang Jie) از داخل ماژول مرکزی تیانیه (Tianhe) پشتیبانی فنی انجام داد. خدمه شنزو-۲۰ از زمان ورود در ۲۴ آوریل تاکنون دو ماه در ایستگاه حضور دارند و پتانسیل دستیابی به رکورد چهار فعالیت خارج از ایستگاه که پیش‌تر در ماموریت شنزو-۱۵ در سال ۲۰۲۳ ثبت شده بود را دارند.



۱۷ ماموریت شنزو-۲۰

تا امروز، مجموعاً ۲۱ راهپیمایی فضایی از زمان پرتاب ماژول تیانیه در آوریل ۲۰۲۱ از این ایستگاه انجام شده است. ماموریت باربری تیانژو-۹ (Tianzhou 9) نیز قرار است زودتر از ۱۴ ژوئیه، با حامل

فضایی چانگ ژنگ-۷ (Chang Zheng 7) یا CZ-7 از پایگاه پرتاب ون چانگ (Wenchang Space Launch Site) پرتاب شود. محموله‌ای حدود ۷۴۰۰ کیلوگرم شامل غذا، آب و دیگر اقلام مورد نیاز خدمه شنزو-۲۰ به ایستگاه انتقال خواهد داد.

آزمایش موفق فرار از سکوی پرتاب کپسول منگژو

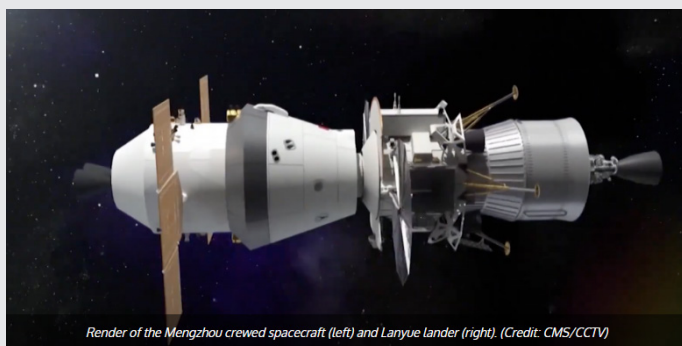
چین در ۱۷ ژوئن توانست آزمایش کلیدی فرار از سکو (Pad Abort Test) برای کپسول سرنشین‌دار نسل جدید خود به نام منگژو (Mengzhou)، را با موفقیت انجام دهد. این آزمایش در سکوی زمینی ثابت در مرکز پرتاب ماهواره جوچوان (Jiuquan Satellite Launch Center) یا JSLC انجام شد.

در این آزمایش، کپسول با استفاده از پنج موتور سوخت جامد برج فرار (Launch Escape Tower) برای حدود ۲۰ ثانیه از سکوی پرتاب بلند شد. پس از جدا شدن برج فرار، چترهای کمکی و اصلی باز شدند و کپسول حدود دو دقیقه پس از روشن شدن موتور، با فرودی نرم به کمک کیسه‌های هوایی به زمین نشست.

این سومین آزمایش برای پروژه منگژو بود و نشان داد که کپسول و خدمه آن می‌توانند در صورت بروز خطر روی سکو، به‌طور ایمن خارج شوند. پیش از این، چین در اکتبر ۱۹۹۸ (بیش از ۲۶ سال پیش) آزمایشی مشابه را برای فضایی‌های شنزو (Shenzhou) انجام داده بود. آزمایش بعدی، برای سنجش توانایی خروج اضطراری در زمان اوج فشار آیرودینامیکی (Max-Q) هنگام صعود حامل فضایی، در اواخر سال جاری انجام خواهد شد؛ مشابه آنچه اسپیس‌ایکس (SpaceX) در سال ۲۰۲۰ با کرو دراگون (Crew Dragon) انجام داد.

کپسول منگژو در دو نسخه ساخته می‌شود: نسخه اول جایگزین شنژو برای ماموریت‌های مدار پایین زمین (LEO) خواهد شد و با حامل فضایی دومرحله‌ای CZ-10A پرتاب خواهد شد. نسخه دوم که برای سفر به ماه طراحی شده، سه تایکونات را با خود حمل خواهد کرد و به همراه فرودگر ماه لانیوئه (Lanyue) به طور جداگانه توسط حامل فضایی سنگین سه مرحله‌ای CZ-10 به فضا ارسال خواهند شد.

سازمان فضایی سرنشین‌دار چین (China Manned Space Agency) اعلام کرده که پس از موفقیت آزمایش اخیر، این کشور همچنان در مسیر تحقق هدف فرود انسان بر سطح ماه تا سال ۲۰۳۰ باقی مانده است. نخستین پرتاب حامل فضایی CZ-10A برای سال آینده و پرتاب نسخه سرنشین‌دار منگژو و حامل فضایی CZ-10 برای سال ۲۰۲۷ برنامه‌ریزی شده است.



Render of the Mengzhou crewed spacecraft (left) and Lanyue lander (right). (Credit: CMS/CCTV)

۱۸ کپسول سرنشین‌دار
منگژو

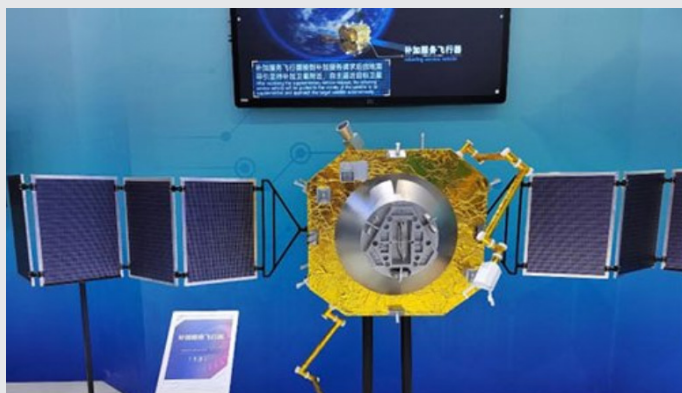
تمرین سوخت‌گیری در مدار زمین ثابت

در ژوئن، دو ماهواره چینی با نام شیجیان (Shijian) در مدار زمین ثابت (GEO) اقدام به تمرین مانورهای نزدیکی و احتمالاً اتصال کردند.

شیجیان ۲۵- که در ژانویه پرتاب شده، یک ماهواره آزمایشی برای سوخت‌گیری و افزایش عمر ماهواره‌هاست. این سازه فضایی چندین بار به شیجیان ۲۱- نزدیک شد؛ ماهواره‌ای که بیش از سه سال پیش برای آزمایش فناوری‌های کاهش زباله فضایی پرتاب شده بود.

در ژانویه ۲۰۲۲، شیجیان ۲۱- توانست ماهواره غیرفعال بیدو-۲ (Bei-Dou-2 G2) را از مدار ژئو به مدار قبرستان ۳۰۰ کیلومتر بالاتر منتقل کند. مانورهای اخیر در ۳۰ ژوئن انجام شدند. بر اساس داده‌های شرکت‌های پیگیری وضعیت مداری، دو ماهواره آن‌قدر به هم نزدیک بودند که از روی زمین قابل تفکیک نبودند. به نظر می‌رسد یکی از تلاش‌ها در اواسط ژوئن یا تمرینی آزمایشی و یا تلاشی لغوشده برای اتصال بوده است.

شیجیان ۲۵- به بازوهای رباتیکی مجهز است که در نزدیکی هدف فعال شده، آن را قفل کرده و عملیات اتصال و سوخت‌رسانی خودکار را انجام می‌دهند. شیجیان ۲۱- نیز گمان می‌رود ابزار مشابهی داشته باشد، هرچند جزئیات رسمی منتشر نشده است. همچنین مشخص نیست آیا اطلاعاتی رسمی درباره این مانورها صادر خواهد شد یا خیر. انتقال سیالات در ریزگرانش و اتصال خودکار دو فضایی‌های بدون سرنشین بسیار پیچیده و حساس است. شرکت آمریکایی نورثروپ گرومن (Northrop Grumman) نیز قصد دارد سال آینده ماهواره‌ای مشابه با دو بازوی رباتیکی به نام ماموریت رباتیک وسیله نقلیه (Mission Robotic Vehicle) یا MRV را به مدار GEO بفرستد که می‌تواند ماهواره‌ها را بازرسی، جابجا، تعمیر یا سوخت‌گیری کند.

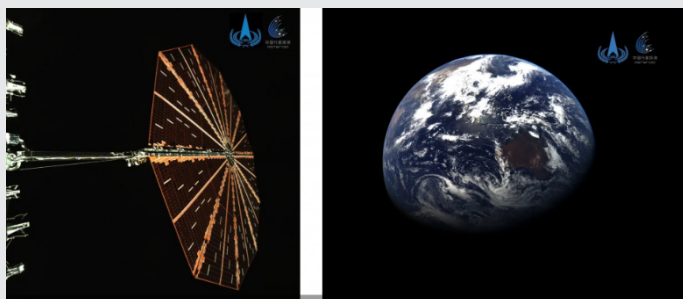


ماموریت تیان‌ون-۲ به سوی اعماق فضا

فضاپیمای تیان‌ون-۲ (Tianwen-2) که در تاریخ ۲۸ می به فضا فرستاده شد، اکنون بیش از ۱۲ میلیون کیلومتر از زمین فاصله دارد. این کاوشگر قرار است تابستان سال آینده با سیارک کامونوآلوا (Ka-mo'alewa) ملاقات کند. سازمان ملی فضایی چین (China Nation- al Space Administration) یا CNSA تصاویری از زمین و ماه را از فاصله ۵۹۰,۰۰۰ کیلومتری منتشر کرده که توسط دوربین زاویه باریک مخصوص سیارک گرفته شده‌اند. تصویری از صفحات خورشیدی باز شده نیز در اوایل ژوئن منتشر شده اما به جز آن، تصاویر یا حتی رندهای بیشتری از فضاپیما منتشر نشده است.

علاوه بر این در سپتامبر گذشته، زمان‌بندی ماموریت بازگشت نمونه از مریخ تیان‌ون-۳ (Tianwen-3) از سال ۲۰۳۰ به سال ۲۰۲۸ جلو افتاد. طبق اطلاعات ارائه شده در شبکه‌های اجتماعی در سال ۲۰۲۳، این ماموریت شامل یک پهپاد پروازی مشابه اینجنویتی (Ingenuity)

ناسا و یک ربات شش‌پای نمونه‌بردار خواهد بود. دو پرتاب مجزا با حامل فضایی CZ-5 برای ارسال فرودگر و وسیله صعود از سطح مریخ، و همچنین مدارگرد و فضاپیمای بازگشت به زمین، برنامه‌ریزی شده‌اند. در صورت موفقیت، این پروژه می‌تواند تا سال ۲۰۳۱ حدود ۵۰۰ گرم نمونه را به زمین بازگرداند. محل دقیق فرود هنوز مشخص نیست، اما سه منطقه کاندیدا در مقاله‌ای جدید در ژورنال نیچر (Nature) توسط دانشمندان چینی معرفی شده‌اند. علاوه بر جمع‌آوری نمونه از سطح، این ماموریت شامل حفاری تا عمق ۲ متر نیز خواهد بود. پهباد نیز در شعاع عملیاتی بیش از ۱۰۰ متر، سنگ‌های سطحی را جمع‌آوری خواهد کرد.



۳۰ تصاویر ارسال شده
توسط تیان‌ون-۲

آزمایش موفق ماهواره بر یوان‌شینگ‌زه-۱ و آینده بازیابی‌پذیری پروازهای فضایی

در تاریخ ۲۹ می، شرکت اسپیس اپوک (Space Epoch) نخستین آزمایش برخاست و فرود عمودی ماهواره بر یوان‌شینگ‌زه-۱ (Yuanxing-1) را با موفقیت انجام داد. این ماهواره بر با قطر ۴.۲ متر و طول حدود ۲۷ متر، پس از پرتاب آزمایشی به ارتفاع ۲.۵ کیلومتری در سواحل های‌یانگ (Haiyang)، روی آب فرود آمد. فرود نرم و کنترل‌شده بود

و ماهواره بر پس از آن به حالت افقی چرخید. سپس توسط یدک کش به ساحل منتقل شده و با جرثقیل بالا کشیده شد.

شرکت تایید کرد که ماهواره بر آسیب جدی ندیده و ممکن است دوباره مورد استفاده قرار گیرد. این مدل از بازگشت روی آب برای استفاده در پروازهای آینده نیز مد نظر است. آزمایش‌های آینده شامل بررسی کامل سازه، دفع آب دریا و آزمایش موتور روی زمین خواهد بود. هرچند احتمال دارد این نمونه خاص دیگر پرواز نکند، اما شرکت به سمت نخستین پرواز مداری در سال جاری حرکت می‌کند.

جالب اینکه لوگوی تائوبائو (Taobao)، یکی از بزرگ‌ترین فروشگاه‌های آنلاین چین، روی بدنه ماهواره بر نقش بسته بود. این شرکت پیش‌تر از شراکت با اسپیس اپیک خبر داده بود؛ هدف از این همکاری توسعه خدمات تحویل بار نقطه به نقطه در آینده است. در این آزمایش، یک محموله آزمایشی غیرشکننده به وزن ۲۰ کیلوگرم نیز با موفقیت بازیابی شد.



۲۱ نمونه اولیه
یوان شینگ‌ژه-۱

دیگر ماهواره‌برهای قابل بازیابی چین در مسیر پرواز

شرکت‌های متعدد چینی در نیمه دوم سال به دنبال پرتاب نخست ماهواره‌برهای بازیابی‌پذیر خود هستند. شرکت لنداسپیس (Land-Space) آزمایش‌های استاتیک هر دو مرحله از ماهواره بر جدید خود،

ژوچو۳- (ZhuQue-3) یا ZQ-3 را در ژوئن با موفقیت به انجام رساند. هدف شرکت انجام حداکثر سه پرواز در سال ۲۰۲۵ و ۱۲ پرواز در ۲۰۲۶، شامل نخستین پرواز با بوستر بازیابی شده، می باشد. نسخه نهایی این ماهواره بر با طول ۷۶.۶ متر و محفظه بار به قطر ۵.۲ متر ساخته خواهد شد.

موتورهای فعلی آن از نوع تیان چو۱۲-ای (Tianque-12A) هستند که در حالت فرود مرحله نخست، توان حمل ۸۰۰۰ کیلوگرم به مدار پایین (LEO) را دارند. در صورت مصرف کامل و عدم بازیابی، این عدد به ۱۱۸۰۰ کیلوگرم می رسد. نسل بعدی موتور تیان چو۱۲-بی با قدرت بیشتر، قابلیت حمل تا ۲۱۳۰۰ کیلوگرم خواهد داشت. همه این موتورها از ترکیب متان مایع و اکسیژن مایع استفاده می کنند و برای دست کم ۲۰ بار بازیابی طراحی شده اند.

شرکت دیپ بلو آئرواسپیس (Deep Blue Aerospace) نیز اندکی بعد آزمایشی مشابه با ماهواره بر نیبولا۱- (Nebula-1 یا Xingyun-1) انجام داد، ولی به دلیل فرود سخت تر از حد انتظار، پرتاب اصلی را به تعویق انداخت. آن ها نیز همچنان قصد دارند در سال جاری نخستین پرتاب را انجام دهند.

شرکت کاس اسپیس (CAS Space) در خرداد آزمایش های موتور مرحله اول و دوم ماهواره بر لیجیان۲- (Lijian-2) با اسم دیگر کینتیکا۲- (Ki-netica-2) را به پایان رساند. این آزمایش ها شامل موتور سطح دریا و موتور خلأ به نام وای اف۱۰۲- (YF-102) بودند که با شبیه سازی کامل مدت زمان پرواز انجام شدند. نخستین پرتاب این ماهواره بر برای سپتامبر برنامه ریزی شده و قرار است چینگ ژو۱- (Qingzhou-1) را به مدار

ببرد؛ فضاییهای باربری و کم‌هزینه‌ای که بخشی از اولین قراردادهای تامین محموله ایستگاه فضایی تیانگونگ است.

کاس اسپیس همچنین در حال توسعه زیرساخت‌های پرتاب در جوچوان است و در آوریل گذشته، آزمایش سازه متحرک حمل و نصب ماهواره‌بر را انجام داد. پروازهای اولیه لیجیان-۲ به صورت یک‌بارمصرف انجام می‌شود ولی نسخه بازیابی‌پذیر آن تا سال ۲۰۲۸ برنامه‌ریزی شده است. در دسامبر گذشته، پرتاب ماهواره‌بر لیجیان-۱ به دلیل از دست رفتن کنترل مرحله سوم با شکست مواجه شد و محموله‌هایی چون فضاییهای بازیابی‌پذیر دیر-۳ (DEAR-3) از شرکت ای‌زد اسپیس (AZSPACE) نیز از بین رفتند. نسخه جدیدتر دیر-۵ (DEAR-5) که بر پایه پلتفرم B300 توسعه یافته، قرار است در ماه آگوست با ماهواره‌بر کواژو-۱۱-11 (Kuaizhou) از شرکت اکس‌پیس (ExPace) پرتاب شود. این فضاییما قابلیت حمل محموله ۳۰۰ کیلوگرمی برای مدت حداکثر یک سال در مدار را دارد.



۲۲ آزمایش کینتیکا-۲

کاس اسپیس در ماه گذشته همچنین موتور چاپ سہ بعدی لی‌چینگ ۱- (Liqing-1) با اسم دیگر کینکور ۱- (Kinecore-1) را که با نفت سفید و اکسیژن مایع کار می‌کند، آزمایش کرد. این موتور پنج‌تایی در آینده نیروی ماهواره‌بر زیرمداری توریستی لیهونگ ۲- (Lihong-2) را فراهم خواهد کرد. ماهواره‌بری مشابه نیو شپرد (New Shepard) از شرکت بلو اوریجین (Blue Origin) که هفت مسافر را تا ارتفاع بالاتر از خط کارمان می‌برد.

شرکت اسپیس پایونیر پس از حادثه، به مسیر توسعه بازگشت
پیش‌نمونه مرحله اول ماهواره‌بر تیان‌لونگ ۳- در سال گذشته به‌طور غیرمنتظره از سکوی آزمایش جدا شد و سقوط کرد؛ اکنون توسعه نسخه جدید از سر گرفته شده است.

یک سال پس از حادثه آزمایش ایستا در ژوئن ۲۰۲۴، شرکت اسپیس پایونیر (Space Pioneer) آزمایش‌های مرحله دوم ماهواره‌بر جدید خود را آغاز کرده است. در آن حادثه، مرحله اول ماهواره‌بر تیان‌لونگ ۳- (Tianlong-3) به‌طور ناخواسته از سکوی آزمایش جدا شده و در کوهستان‌های اطراف گونگی سقوط کرد. ماهواره‌بر جدید تقریباً هم‌ابعاد فالکون ۹ (Falcon 9) است و با ارتفاع ۷۱ متر و قطر ۳.۸ متر ساخته شده است. مونتاژ سکوی حمل و نصب ماهواره‌بر در جوچوان به پایان رسیده و آزمایش‌های احتراقی مرحله دوم نیز در پلتفرم آزمایش HOS در های‌یانگ با موفقیت انجام شده‌اند. پرتاب نخستین ماهواره‌بر در ماه ژوئیه یا آگوست پیش‌بینی شده است. در آغاز، این ماهواره‌برها بازایی‌ناپذیر خواهند بود ولی پروازهای آتی شامل فرودهای کنترل‌شده خواهند شد.





۲۳ مونتاژ تیان لونگ-۳

ماهواره‌برهای نوظهور بازیابی‌پذیر

شرکت گالاکتیک انرژی (Galactic Energy) انتظار دارد تا اواخر سال ۲۰۲۵ آزمایش‌های استاتیک و پرتاب نخست ماهواره‌بر پالاس-۱ (Pal-1) را انجام دهد. این ماهواره‌بر دو مرحله‌ای و نیمه‌بازیابی‌پذیر از پایگاه تجاری ون‌چانگ پرتاب خواهد شد و ظرفیت حمل ۸۰۰۰ کیلوگرم به مدار پایین را دارد. مرحله اول آن تا ۲۵ بار بازیابی‌پذیر خواهد بود. شرکت آی‌اسپیس (iSpace) نیز برنامه دارد تا پایان امسال ماهواره‌بر شوانگ‌چوژیان-۳ (Shuang Quxian3) با اسم دیگر هایپربول-۳ (Hyperbola-3) را پرتاب کند و تا تابستان آینده یک تقویت‌کننده بازیابی‌شده را دوباره پرواز دهد. تانک‌های سوخت این ماهواره‌بر در آوریل آزمایش بروندی شدند و تاسیسات آزمایش موتورهای فوکوس-۱ (Focus-1)، که از سوخت متان مایع و اکسیژن مایع بهره می‌برند، در دست توسعه است.

در نهایت، شرکت اورین‌اسپیس (Orienspace) نیز پس از پایان آزمایش‌های تونل باد روی مدل مقیاس‌کوچک، قصد دارد تولید ماهواره‌بر یین‌لی-۲ (Yinli-2) با اسم دیگر گراویتی-۲ (Gravity-2) را آغاز کند.

این ماهواره بر ۴.۲ متری، نیمه‌بازیابی‌پذیر و با طول ۷۰ متر و محفظه بار ۵.۲ متری خواهد بود. مرحله اول آن توسط ۹ موتور یوان‌لی‌۸۵ (Yu-85) با سوخت نفت سفید و اکسیژن مایع کار خواهد کرد. از زمان پرتاب نخست و تنها پرتاب گراویتی-۱ در ژانویه ۲۰۲۴ تاکنون، ۱۶ ماه گذشته است. با این حال، دومین نمونه این ماهواره‌بر در ماه می مونتاژ شده و پرتاب آن برای تابستان امسال برنامه‌ریزی شده است.

جمع‌بندی

با نگاهی به تحولات چندماهه اخیر، به نظر می‌رسد چین در حال پی‌ریزی زیرساختی گسترده و چندلایه برای حضور پایدار در فضا است؛ از مأموریت‌های سرنشین‌دار و رباتیک گرفته تا توسعه فناوری‌های کلیدی مانند بازیابی پرتابگرها و سوخت‌گیری در مدار. هرچند هنوز چالش‌هایی فنی، سیاسی و حتی اقتصادی پیش‌روی این مسیر قرار دارد؛ از جمله رقابت فزاینده با بازیگران بین‌المللی و لزوم اثبات قابلیت اطمینان در پروازهای تکرارشونده. اما چین توانسته با برنامه‌ریزی پیوسته و آزمون‌های گام‌به‌گام، بخش مهمی از شکاف فناورانه خود را با قدرت‌های فضایی کاهش دهد.

国际深空探测学会成立大会

THE INAUGURATION CEREMONY OF THE INTERNATIONAL DEEP SPACE EXPLORATION ASSOCIATION



2025年7月7日 中国·安徽·合肥
2025年7月7日 中国·安徽·合肥

کشورهای در حال توسعه، هدف نخستین انجمن بین‌المللی فضایی چین

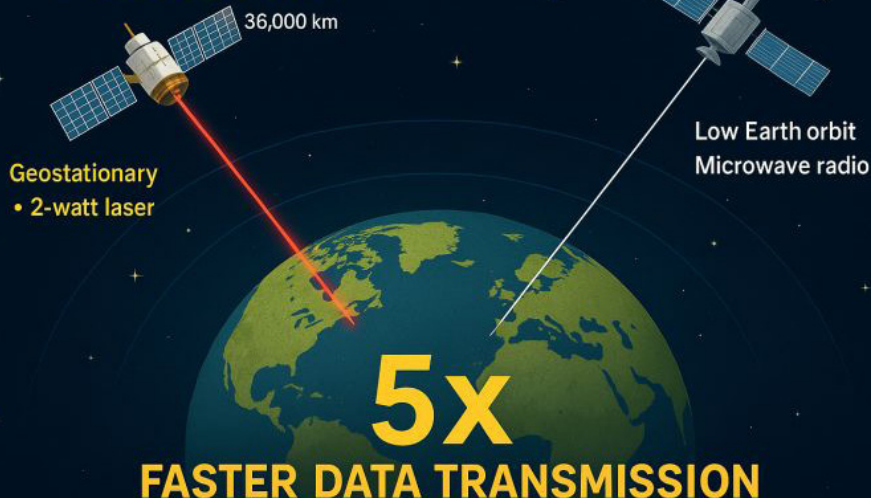
چین نخستین انجمن بین‌المللی خود در حوزه هوافضا را با عنوان انجمن بین‌المللی اکتشافات اعماق فضا را راه‌اندازی کرد. تمرکز این نهاد بر همکاری‌های بین‌المللی در زمینه اکتشافات اعماق فضا، از جمله ماه، سیارات دیگر و سیارک‌ها است.

تشویق مشارکت کشورهای در حال توسعه

به گفته وانگ ژونگ‌مین (Wang Zhongmin)، مدیر مرکز همکاری‌های بین‌المللی آزمایشگاه اکتشافات اعماق فضا (Deep Space Exploration Laboratory) که یکی از پنج بنیان‌گذار اصلی انجمن بین‌المللی اکتشافات اعماق فضا (International Deep Space Exploration Association - IDSEA) است، هدف این نهاد ایجاد یک پلتفرم علمی جامع برای تسهیل مشارکت کشورهای در حال توسعه در پروژه‌های

فضایی است. او توضیح داد: «امید داریم که بتوانیم کشورهای در حال توسعه بیشتری را وارد این عرصه کنیم. با اجرای برنامه‌های کوچک اما موثر مانند طراحی ماهواره‌های مکعبی و آموزش دانشمندان، این کشورها خواهند توانست به فناوری‌هایی دست یابند که پیش‌تر برایشان دور از دسترس به نظر می‌رسید.» فناوری‌های اکتشاف اعماق فضا به دلیل نیاز به سرمایه بالا، دانش فنی پیچیده و منابع انسانی متخصص، تاکنون در انحصار تعداد محدودی از کشورها بوده است. با راه‌اندازی انجمن IDSEA، چین گامی در جهت ایجاد یک ساختار چندجانبه علمی در حوزه اکتشافات فضایی برداشته که می‌تواند دسترسی گسترده‌تری به فناوری‌های اعماق فضا برای کشورهای در حال توسعه فراهم کند.

CHINA LASCOM VS STARLINK

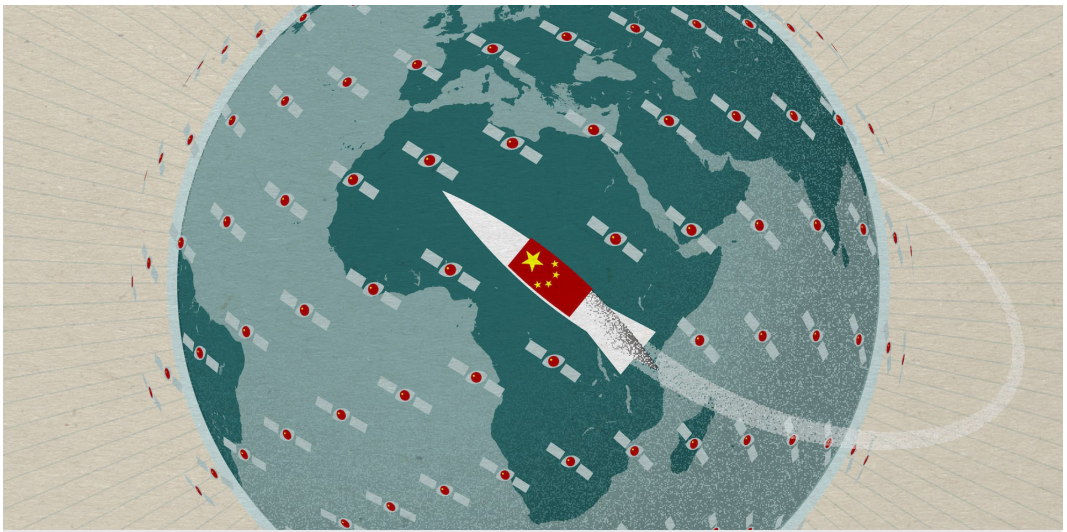


لیزر ۲ واتی چین از استارلینک پیشی گرفت

دانشمندان چینی موفق شدند با استفاده از یک لیزر ضعیف به قدرت تنها ۲ وات، داده‌هایی را با سرعت پنج برابر استارلینک، از فاصله ۳۶۰۰۰ کیلومتری از سطح زمین (بیش از ۶۰ برابر ارتفاع ماهواره‌های استارلینک) منتقل کنند. این پروژه طی همکاری دانشگاه پکینگ (Pe-king University) و آکادمی علوم چین (Chinese Academy of Sciences) و با ترکیب دو فناوری پیشرفته به نام‌های اپتیک تطبیقی (Adaptive Optics) و گیرنده تنوع مد (Mode Diversity Reception) موفق شد سیگنال لیزری را تقویت و پایدار کند. این روش به‌طور همزمان اعوجاج‌های ناشی از جو زمین را اصلاح و سیگنال‌های پراکنده را جمع‌آوری می‌کند.

غلبه بر چالش قدیمی آشفته‌گی جوی در ارتباطات لیزری

برخورد با تلاطمات جوی همواره مانعی بزرگ برای ارتباطات لیزری ماهواره‌ای بوده، اما تیم چینی راهی جدید برای غلبه بر آن پیدا کرده است. پیش از این، تلاش‌ها برای مقابله با آشفته‌گی جوی معمولاً با استفاده از اپتیک تطبیقی یا گیرنده تنوع مد به صورت جداگانه صورت می‌گرفت که در شرایط شدید جوی ناکارآمد بودند. اما راهکار ترکیبی این دو فناوری باعث افزایش وضوح سیگنال شد و به پایایی انتقال داده در شرایط ناپایدار کمک شایانی کرد. این روش نوآورانه مسیر را برای استفاده گسترده از لیزر در ارتباطات ماهواره‌ای هموار می‌سازد.



گسترش نفوذ فضایی چین در آفریقا؛ از نامیبیا تا نیجریه

در حالی که رقابت جهانی برای نفوذ در زیرساخت‌های فضایی آفریقا شدت گرفته، چین با ساخت یک پایگاه فضایی پیشرفته در پایتخت نامیبیا و سرمایه‌گذاری در برنامه‌های فضایی کشورهای مختلف قاره، در حال تثبیت موقعیت خود به عنوان بازیگر اصلی این عرصه است. به گفته سفارت چین، این ایستگاه با هدف تقویت زیرساخت‌های فضایی نامیبیا، آموزش نیروهای متخصص، و ارتقای توانمندی این کشور در کاربردهای ماهواره‌ای از جمله پایش محیط زیست، کشاورزی، مدیریت بلایای طبیعی و ارزیابی منابع طراحی شده است. علاوه بر نصب تجهیزات، چین قرار است ده‌ها مهندس نامیبیایی را آموزش دهد تا این ایستگاه بتواند به صورت مستقل توسط متخصصان داخلی اداره شود.

پروژه‌ای بر پایه همکاری طولانی‌مدت فضایی

ایستگاه ویندهوک (Windhoek) در ادامه همکاری‌های فضایی چین و نامیبیا ساخته شده است؛ از جمله تأسیس ایستگاه ردیابی سوکوپموند

(Swakopmund) در سال ۲۰۰۱ که بخشی از شبکه جهانی گسترده فضایی چین محسوب می‌شود. این شبکه همچنین شامل مکان‌هایی مانند مالیندی (Malindi) در کنیا است که به چین امکان رهگیری و فرماندهی پیوسته ماهواره‌ها و ماموریت‌های فضایی را می‌دهد.

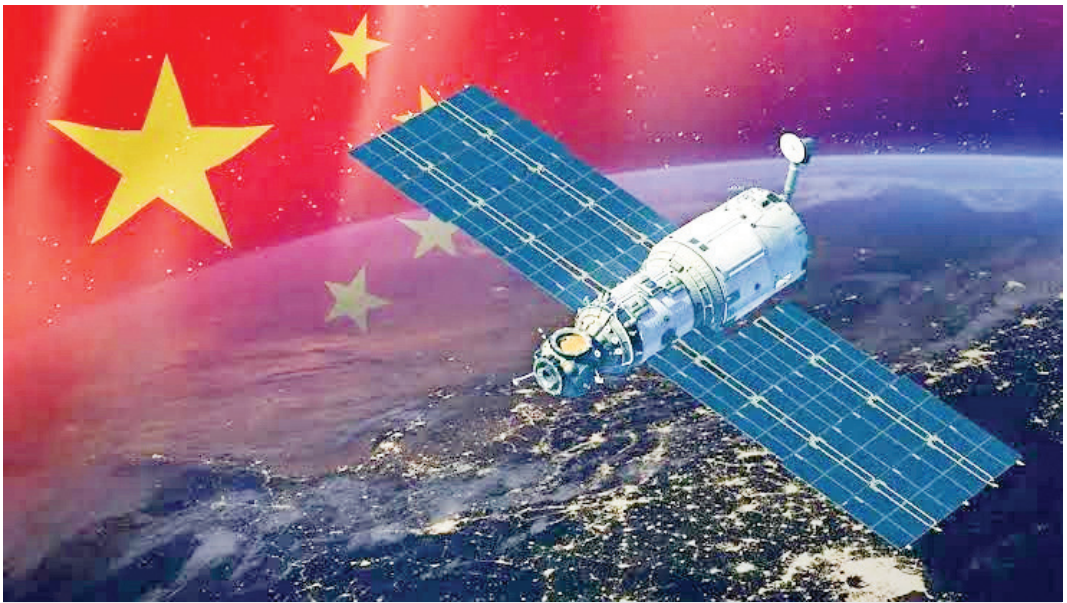
چین در نزدیکی قاهره نیز اقدام به ساخت شهر فضایی مصر (Egypt Space City) کرده و هدف از آن تبدیل مصر به قطب منطقه‌ای تولید ماهواره است. این پروژه شامل اولین مرکز مونتاژ و تست ماهواره در قاره آفریقا است که با کمک مالی چین ساخته و سال گذشته به مصر تحویل داده شد. این مرکز، امکان تکمیل حدود ۶۰ درصد فرآیند تولید ماهواره به صورت داخلی را برای مصر فراهم کرده است.

در مجموع چین با دوازده کشور آفریقایی توافق‌نامه‌های دوجانبه در حوزه فناوری فضایی، آموزش و زیرساخت زمینی امضا کرده است. به عنوان نمونه‌هایی دیگر: در تونس، ایستگاه ناوبری Beidou (بیدو) (نخستین ایستگاه زمینی بیدو در خارج از کشور) احداث شده است. در الجزایر، ماهواره الکامست-۱ (Alcomsat-1) در سال ۲۰۱۷ توسط چین پرتاب شد. در نیجریه، چین ماهواره نیجکامست-۱ (NigComSat-1) را در سال ۲۰۰۷ ساخت و پرتاب کرد و پس از خرابی آن، ماهواره جایگزین نیجکامست-۱-آر را در سال ۲۰۱۱ به فضا فرستاد. در اتیوپی نیز چین دو ماهواره و دو ایستگاه زمینی ساخته است.

رقابت و مشارکت دیگر قدرت‌ها در برنامه فضایی آفریقا

اگرچه چین نقش اصلی را در همکاری‌های فضایی قاره آفریقا دارد، سایر بازیگران بین‌المللی نیز در توسعه فضایی این قاره مشارکت دارند. اتحادیه اروپا از طریق پروژه سنجشی GMES و مراکزی مانند مرکز

فضایی لوئیجی بروگلیو (Luigi Broglio) در کنیا، همکاری فنی و علمی به کشورهای آفریقایی ارائه می‌دهد. آمریکا بیشتر از طریق برنامه سرویر (SERVIR) داده‌های سنجش از دور زمین را فراهم می‌کند و روسیه نیز خدمات ساخت و پرتاب ماهواره را پیشنهاد داده و طرح‌هایی برای ساخت پایگاه فضایی در آفریقا ارائه کرده است. یکی از دلایل اصلی استقبال آفریقا از فناوری فضایی چین، هزینه پایین‌تر و نبود محدودیت‌های سیاسی و صادراتی غربی است. چین همچنین بسته‌های همکاری شامل انتقال فناوری و آموزش نیروی انسانی ارائه می‌دهد، موردی که در نیجریه و اتیوپی دیده می‌شود.



چین دومین اپراتور ماهواره‌ای جهان شد



تعداد کل ماهواره‌های عملیاتی چین تا ژوئیه ۲۰۲۵ از مرز ۱۰۶۰ عدد عبور کرده است؛ رقمی که نسبت به حدود ۹۰۰ ماهواره در اوایل همین سال افزایش یافته و نشان‌دهنده یک جهش بزرگ در پرتاب‌های فضایی چین است. این رشد چشمگیر حاصل تلاش‌های همزمان نهادهای دولتی و شرکت‌های خصوصی بوده و جایگاه چین را به‌عنوان دومین اپراتور بزرگ ماهواره‌ای جهان پس از ایالات متحده تثبیت کرده است. در نیمه نخست سال ۲۰۲۵، چین بیش از ۱۴۰ محموله مداری را به فضا فرستاده و سرمایه‌گذاری‌های خود را در زیرساخت‌های فضایی نظامی، تجاری و دوگانه به‌طور قابل توجهی گسترش داده است.

رشد منظومه‌های تجاری و افزایش سهم در فضا

بخش مهمی از این گسترش، ناشی از افزایش منظومه‌های ماهواره‌ای

تجاری مانند پروژه گوووانگ (Guowang)، یکی از رقبای استارلینک (Starlink) است که تاکنون ۹۰ ماهواره از هدف ۱۴۰۰۰ عددی خود را پرتاب کرده است. همچنین منظومه جی ۶۰ (G60) شرکت فناوری ماهواره‌ای اسپیس‌کام (Spacecom) تا میانه سال ۲۰۲۵ تعداد ۷۲ ماهواره از مجموع ۶۴۸ واحد برنامه‌ریزی شده خود را در مدار قرار داده است. در سال ۲۰۲۴ نیز چین با انجام ۶۸ پرتاب مداری، ۲۶۰ محموله را به فضا فرستاده بود که از این میان، ۲۶٪ به مأموریت‌های اطلاعاتی، شناسایی و نظارتی (ISR) اختصاص داشت.

رشد پرتاب ماهواره‌های چینی در سال ۲۰۲۵ دو برابر شده است. تا مارس ۲۰۲۵، تعداد ماهواره‌های فعال در مدار زمین به ۱۴۹۰۴ واحد رسید؛ افزایشی بیش از ۳۱٪ نسبت به میانه سال ۲۰۲۳ که بخشی از آن نیز حاصل برنامه‌های نظامی چین در عرصه فضایی است. در مجموع، ۱۵۷ ماهواره به‌طور رسمی نظامی اعلام شده‌اند که چین را پس از آمریکا و روسیه در رتبه سوم دارندگان ماهواره‌های نظامی قرار می‌دهد. اصلی‌ترین مجموعه ماهواره‌ای نظامی چین، یاوگان (Yaogan) است که توسط ارتش آزادی‌بخش خلق چین (PLA) اداره می‌شود و شامل پلتفرم‌هایی با توانمندی‌های تصویربرداری نوری، راداری و جمع‌آوری اطلاعات الکترونیکی است. از جمله مهم‌ترین آن‌ها، یاوگان ۴۱- (Yao-gan-41) است که در دسامبر ۲۰۲۳ به مدار ژئو پرتاب شد و قابلیت تصویربرداری مستمر با وضوح بالا دارد. همچنین یاوگان ۴۳- (Yao-gan-43) که در سال ۲۰۲۴ پرتاب شد، از قابلیت‌های چندمنظوره در مأموریت‌های ISR برخوردار است.



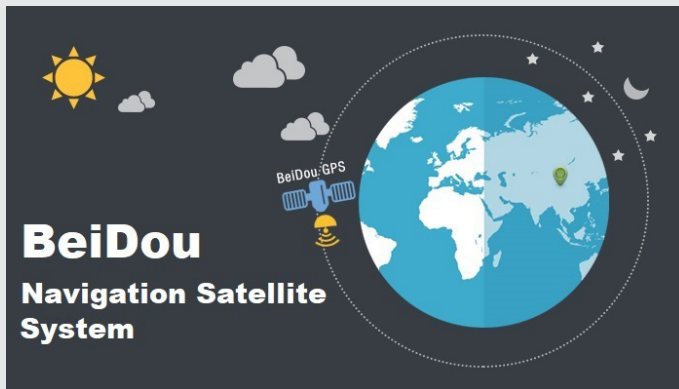
۲۴ ماهواره‌های یوگان

ابزارهای تجاری با کاربردهای نظامی

منظومه سنجش از دور گائوفن (Gaofen) که به صورت رسمی تحت سامانه تصویربرداری با وضوح بالای چین (CHEOS) قرار دارد، اگرچه برای نظارت محیط‌زیستی معرفی شده، اما در عمل نقش مهمی در شناسایی راهبردی ایفا می‌کند. تا ژوئیه ۲۰۲۴، این منظومه دست‌کم شامل ۳۲ ماهواره بوده که آخرین آن‌ها گائوفن ۱۱-۰۵- (Gaofen-11-05) است. منظومه جی‌لین ۱- (Jilin-1) متعلق به شرکت چانگ گوانگ (Chang Guang Satellite Technology) نیز ده‌ها ماهواره تصویربرداری با وضوح زیر یک متر را به فضا فرستاده و قصد دارد تا پایان ۲۰۲۵، ناوگان خود را به بیش از ۳۰۰ ماهواره برساند. هرچند این سامانه‌ها تجاری معرفی می‌شوند، اما داده‌های آن‌ها در تحلیل اهداف نظامی و نقشه‌برداری میدانی کاربرد گسترده‌ای دارد.

منظومه‌های پهن‌بند؛ از اینترنت تا فرماندهی میدان نبرد

در حوزه ارتباطات فضایی، منظومه‌های گوووانگ و جی ۶۰، ظرفیت بالایی از ارتباط پایدار و گسترده فراهم می‌کنند که در ظاهر برای خدمات مخابراتی تجاری طراحی شده‌اند، اما در عمل می‌توانند برای فرماندهی میدان نبرد و ارتباطات نظامی نیز مورد استفاده قرار گیرند. این سامانه‌ها نسخه‌های چینی از مدل‌های غربی همچون استارلینک (Starlink) هستند، با این تفاوت که دارای هدف‌گذاری راهبردی نظامی نیز هستند.



ناوبری ماهواره‌ای بیدو

ناوبری ماهواره‌ای و کاربرد دوگانه

سامانه ناوبری ماهواره‌ای چین یعنی بیدو (Beidou) با حدود ۵۰ ماهواره فعال، قابلیت‌های مکان‌یابی و زمان‌بندی دقیقی ارائه می‌دهد که به‌طور گسترده در ارتش چین استفاده می‌شود. همچنین ماهواره‌های هواشناسی سری فنگ‌یون (Fengyun) که تعداد ۹ ماهواره از آن فعال هستند، اطلاعات محیطی مورد نیاز ارتش را نیز تامین می‌کنند. این

گسترش با کمک نظریه همگرایی نظامی-مدنی چین محقق شده که مرز میان کاربردهای علمی و دفاعی را عمداً محو کرده و امکان بازاستفاده سریع از دارایی‌های غیرنظامی در شرایط بحران یا جنگ را فراهم می‌کند. برای مثال، در نوامبر ۲۰۲۴، دو ماهواره سنجشی با همکاری بین‌المللی پرتاب شدند، اما کارشناسان بر این باورند که این ماهواره‌ها دارای قابلیت‌های نظارتی قابل توجهی هستند.

دیپلماسی فضایی چین؛ از همکاری تا نفوذ ژئوپلیتیکی

چین از سال ۲۰۲۲ تا ۲۰۲۵، با ۲۶ کشور جهان قرارداد همکاری فضایی دوجانبه امضا کرده است؛ قراردادهایی که در بسیاری موارد اجازه یا تشویق به توسعه فناوری‌های دوگانه را نیز شامل می‌شوند. این پویش دیپلماتیک نشان می‌دهد که پکن فضا را تنها عرصه‌ای علمی نمی‌داند؛ بلکه از آن به‌عنوان ابزاری برای نفوذ ژئوپلیتیکی و توسعه ملی استفاده می‌کند.

ژنرال بی. چنس سلتزمن (B. Chance Saltzman)، فرمانده عملیات فضایی نیروی فضایی آمریکا (U.S. Space Force)، در گزارشی به کمیسیون بررسی روابط امنیتی آمریکا-چین هشدار داد که چین با نظامی‌سازی فضا و توسعه سریع منظومه‌های ISR، تهدیدی مستقیم برای منافع آمریکا محسوب می‌شود. او به پرتاب یاوگان-۴۱ و ۳۶ ماهواره جی-۶۰ به‌عنوان نمونه‌هایی از توانایی چین برای نظارت بر ناوهای هواپیمابر و نیروهای اعزامی آمریکا اشاره کرد. طبق گفته او، چین در سال ۲۰۲۳ با انجام ۶۶ پرتاب فضایی، ۲۱۷ محموله به مدار فرستاد که بیش از نیمی از آن‌ها برای مأموریت‌های اطلاعاتی و نظارتی بود.

او همچنین هشدار داد که سامانه بیدو می‌تواند امکان مانورهای دقیق و حملات زمان‌بندی‌شده را فراهم کند. زرادخانه ضدماهواره‌ای چین شامل لیزرهای زمینی، اخلاگرهای الکترومغناطیسی و جنگ‌افزارهای انرژی هدایت‌شده است. سلتزمن افزود که انتظار می‌رود چین در اواسط تا اواخر دهه ۲۰۲۰، سلاح‌های فضا محور هدایت انرژی را مستقر کند که می‌توانند به‌طور دائمی ساختار ماهواره‌ها را از کار ببندازند. تمرینات نظامی ارتش چین نیز اکنون اخلاخل هدفمند در سامانه‌های راداری، مخابراتی و ناوبری را به‌طور منظم شامل می‌شود؛ اقدامی که زنگ خطر را در پایتخت‌های منطقه‌ای مانند دهلی‌نو و واشنگتن به صدا درآورده است.

با افزایش سالانه تعداد و پیچیدگی ماهواره‌ها، راهبرد فضایی چین روشن است: سلطه از طریق کمیت، چندمنظوره بودن، و کاربردهای دوگانه. پیامدهای این راهبرد برای امنیت جهانی، مدیریت ترافیک مداری و رقابت‌های تجاری در فضا بسیار گسترده خواهد بود. تحلیل‌گران پیش‌بینی می‌کنند که ردپای چین در فضا تا پایان این دهه تا سه برابر افزایش خواهد یافت و تعادل راهبردی در مدار زمین و فراتر از آن را دگرگون خواهد کرد.



همکاری چین و کشورهای عربی در حوزه ماهواره‌های هواشناسی

چین با اعلام سه طرح جدید در همکاری با کشورهای عربی، فصل تازه‌ای از مشارکت در حوزه هواشناسی و مقابله با تغییرات اقلیمی را آغاز کرده است. این ابتکارها شامل ایجاد مرکز مشترک داده‌های ماهواره‌ای با امارات، توسعه سامانه هشدار سریع با اردن و چند کشور دیگر، و همکاری با مصر در طراحی مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی است. هدف از این طرح‌ها افزایش دقت هشدارها، بهبود خدمات هواشناسی و تقویت تاب‌آوری اقلیمی منطقه عنوان شده است.

ایجاد مرکز داده‌های ماهواره‌ای مشترک با امارات

بر اساس این برنامه، سازمان هواشناسی چین (China Meteorological Administration) و اداره هواشناسی امارات متحده عربی (UAE)

Meteorological Department) یک مرکز مشترک برای استفاده از داده‌های ماهواره‌ای هواشناسی ایجاد خواهند کرد. تمرکز این مرکز بر اشتراک‌گذاری داده، برنامه‌ریزی کاربردهای سنجش از دور و آموزش مشترک نیروی انسانی خواهد بود. در حال حاضر، پلتفرم داده‌های ماهواره هواشناسی فنگیون (Fengyun) چین داده‌های خود را در اختیار ۱۷ کشور عربی قرار می‌دهد.

توسعه سامانه هشدار سریع مازو با اردن و دیگر کشورها

دومین اقدام مهم، توسعه سامانه هشدار سریع مازو (MAZU) با همکاری اردن و دیگر کشورهای منطقه است. این سامانه با تکیه بر فضای ابری، داده‌های ماهواره‌ای و الگوریتم‌های هوش مصنوعی، راهکارهای هشدار سریع متناسب با شرایط خاص کشورهای عربی ارائه خواهد داد. هدف این پروژه، افزایش دقت و سرعت هشدارها در برابر بلایای طبیعی و کاهش خسارات ناشی از آنها است.

همکاری با مصر در مدل‌های هواشناسی مبتنی بر هوش مصنوعی

سومین ابتکار معرفی‌شده، همکاری مشترک با مصر در توسعه مدل‌های هواشناسی مبتنی بر هوش مصنوعی است. انتظار می‌رود این مدل‌ها دقت هشدارهای مرتبط با بلایای طبیعی را ارتقا دهند و کاربردهای هوش مصنوعی در خدمات هواشناسی منطقه را گسترش دهند. این اقدام گامی مهم در جهت افزایش تاب‌آوری اقلیمی و ارتقای سامانه‌های پیش‌بینی به شمار می‌رود.



نیروگاه هوایی چین، آماده پرواز می‌شود

۲۶ نیروگاه بادی شناور
سازو انرژی

دانشمندان چینی اعلام کرده‌اند که به‌زودی نخستین سامانه تولید برق بادی شناور با توان یک مگاوات به پرواز آزمایشی درخواهد آمد. این سامانه که ظاهری شبیه کشتی هوایی دارد، می‌تواند در مناطق دورافتاده و همچنین در شرایط بحران و بلایای طبیعی جایگزینی برای شبکه‌های برق فعلی باشد. به گفته تیم پژوهشی، توان خروجی این سامانه بیش از ۳۰ برابر نمونه‌های مشابه خارجی است و می‌تواند رویایی را که نخستین بار در سال ۱۹۵۷ مطرح شد، به واقعیت نزدیک کند.

شرکت چینی سازو انرژی تکنولوژی (Beijing SAWES Energy Tech-nology)، اخیراً اعلام کرد که واحد تولید برق جدید این شرکت با ظرفیت

یک مگاوات در آستانه پرواز آزمایشی است. این سامانه طی همکاری مشترک با دانشگاه سینگ هوا (Tsinghua University) و پژوهشگاه اطلاعات هوافضای آکادمی علوم چین (Aerospace Information Research Institute, CAS) توسعه یافته است.

آزمایش‌های موفق اولیه و رکوردشکنی‌ها

در ژانویه سال جاری، نمونه‌ای ۳۰ و ۱۵ متری از این سامانه تا ارتفاع ۱۰۰۰ متری اوج گرفت و با موفقیت برق تولیدی را به زمین منتقل کرد. این دستاورد پس از آزمایش سامانه اس ۵۰۰ (S500) ساوه انرژی در اکتبر ۲۰۲۴ به دست آمد؛ سامانه‌ای که با توان ۵۰ کیلووات در ارتفاع ۵۰۰ متری برق اضطراری تولید کرد و رکورد جهانی تیم دانشگاه ام‌آی‌تی (MIT) را که در ارتفاع ۲۹۷ متر و با توان خروجی ۳۰ کیلووات ثبت شده بود، شکست. در ادامه، سامانه اس ۱۰۰۰ (S1000) با توان بیش از ۱۰۰ کیلووات و ارتفاع ۱۰۰۰ متر نیز آزمایش شد. اکنون نسل جدید با نام اس ۱۵۰۰ (S1500) با ظرفیت یک مگاوات آماده پرواز است که معادل یک توربین بادی زمینی با ارتفاع ۱۰۰ متر توان تولید دارد.

برخلاف توربین‌های بادی زمینی که محدود به ارتفاع ۲۰۰ متری هستند، این فناوری نوین با استفاده از بالون هلیومی ژنراتورهای سبک را به ارتفاعات می‌فرستد تا از بادهای قوی‌تر و پایدارتر در ارتفاع ۱۵۰۰ متری از سطح زمین استفاده کند. سرعت باد در این ارتفاع سه برابر سطح زمین است و می‌تواند تا ۲۷ برابر بیشتر انرژی تولید کند. این پایداری جریان باد به تولید مداوم و قابل اعتمادتر برق منجر می‌شود.

الهام از نظریه قدیمی و نوآوری‌های تازه

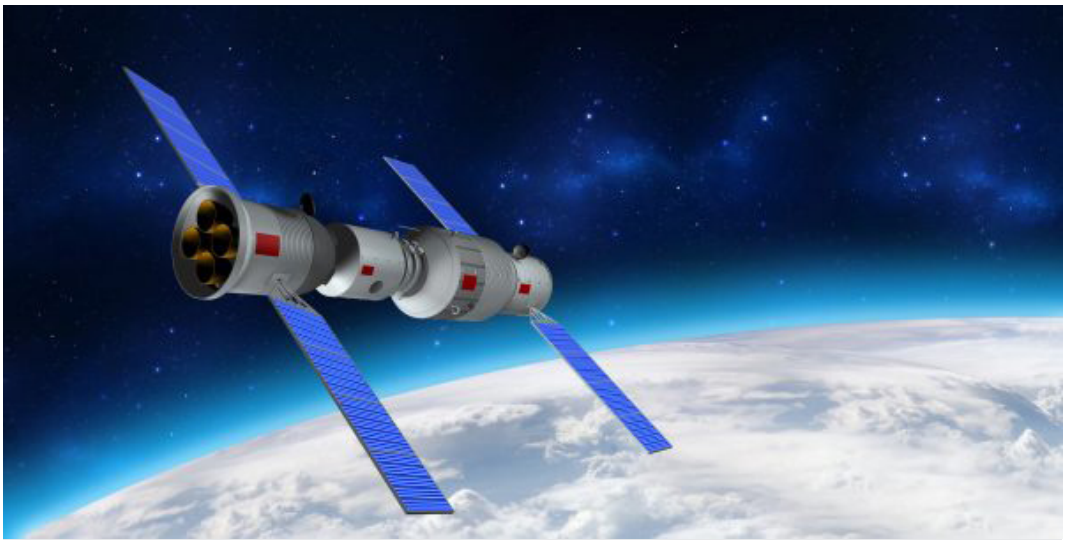
پایه نظری این فناوری به سال ۱۹۵۷ و نظریه لوله پخش‌کننده پرتابی

(ejector diffuser duct theory) چیان شوسن (Qian Xuesen)، دانشمند چینی بازمی‌گردد. تیم پژوهشی با بهره‌گیری از این نظریه، ساختاری حلقه‌ای پیرامون توربین طراحی کرده که بازدهی را بیش از ۲۰ درصد افزایش می‌دهد. در سامانه اس ۱۵۰۰، ۱۲ میکروژنراتور با پره‌های فیبر کربنی و موتورهای ویژه در مرکز این ساختار تعبیه شده‌اند. وزن کل واحد کمتر از یک تن است؛ یعنی ۹۰ درصد سبک‌تر از یک توربین بادی متعارف.

برای ایمنی بیشتر، سامانه مجهز به رادار زمینی برای پایش محیط پرواز و حسگرهای داخلی برای حفظ پایداری بالون است. در شرایط باد شدید، سامانه می‌تواند ظرف پنج دقیقه فرود آید. دون تیان‌رُی (Dun Tianrui)، بنیان‌گذار و مدیرعامل ساوز، اعلام کرد که تیم موفق به حل مشکل نشت گاز هلیوم شده و این پیشرفت می‌تواند طول عمر عملیاتی سامانه را به بیش از ۲۵ سال افزایش دهد.

کاربردها و اهداف بلندپروازانه

این سامانه‌ها به دلیل قابلیت استقرار سریع، گزینه‌ای مناسب برای تأمین برق اضطراری در مناطق بحران‌زده و همچنین تأمین انرژی در جزایر دورافتاده و میادین نفتی محسوب می‌شوند. تولید انبوه این فناوری در استان هونان آغاز شده و تا ژوئیه امسال قراردادهایی به ارزش بیش از ۵۰۰ میلیون یوان (۷۰ میلیون دلار) امضا شده است. هدف نهایی شرکت، انتقال این سامانه‌ها به لایه استراتوسفر در ارتفاع حدود ۱۰ هزار متری است؛ جایی که بادها ۲۰۰ برابر قوی‌ترند. به گفته مدیران پروژه، در آن مرحله هزینه تولید برق به یک‌دهم میزان کنونی کاهش خواهد یافت.



ایستگاه فضایی
تیانگونگ

چین در حال گسترش نفوذ جهانی از مسیر دیپلماسی فضایی

در صنعت فضایی، چین تنها به توسعه فناوری‌های داخلی بسنده نکرده، بلکه با ورود جدی به عرصه دیپلماسی فضایی، به دنبال ایفای نقشی کلیدی در هماهنگی و همکاری‌های بین‌المللی است. در حالی که این کشور خود را برای اعزام نخستین فضانورد انسانی به ماه تا پیش از سال ۲۰۳۰ آماده می‌کند، سیاست‌های فضایی آن فراتر از اکتشافات علمی رفته و ابعاد سیاسی و اقتصادی پررنگی پیدا کرده است.

در سال ۲۰۱۴، دولت چین مشارکت سرمایه‌گذاری خصوصی در زیرساخت‌های فضایی غیرنظامی را تشویق کرد. دو سال بعد، شورای دولتی چین (China's State Council) با انتشار یک سند تاکید نمود که در پنج سال بعدی، توسعه علمی، فناوریانه و کاربردی در فضا با رویکرد نوآورانه، سبز و متوازن ادامه خواهد یافت. تازه‌ترین سند چشم‌انداز با عنوان برنامه فضایی چین: چشم‌انداز ۲۰۲۱ در اوایل ۲۰۲۲ منتشر شد و نشان داد که سیاست‌های فضایی این کشور به‌طور مستمر در حال تکامل است.

دستاوردهای دو دهه اخیر

برنامه فضایی چین در دو دهه اخیر شاهد پیشرفت‌های مهمی بوده است. سامانه ناوبری بیدو (BeiDou Navigation Satellite System) به‌عنوان یکی از اولویت‌های راهبردی، از اوایل دهه ۲۰۰۰ توسعه یافت و تا سال ۲۰۲۰ به یک سامانه جهانی با بیش از ۳۰ ماهواره فعال بدل شد.

در سال ۲۰۱۹، کاوشگر چانگ‌ای ۴ (Chang'e 4) نخستین فرود موفق در نیمه پنهان ماه را ثبت کرد. در ۲۰۲۱، مریخ‌نورد ژورونگ (Zhu-rong rover) با موفقیت روی مریخ فرود آمد و چین را به سومین کشور جهان در این زمینه تبدیل کرد. در سال ۲۰۲۴، کاوشگر چانگ‌ای ۶ (Chang'e 6) بار دیگر بر نیمه پنهان ماه فرود آمد و نمونه‌های خاک را به زمین بازگرداند.

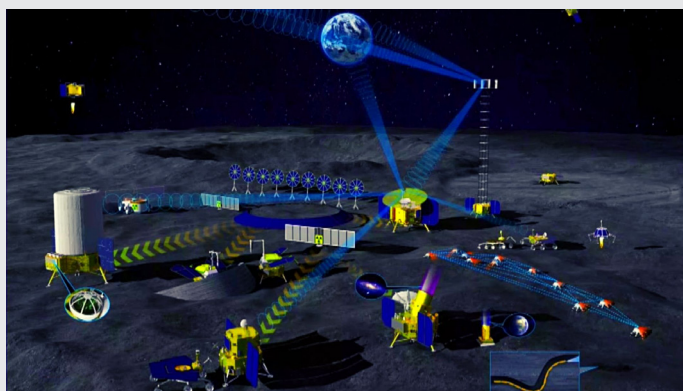
چین در سال ۲۰۲۲ ایستگاه فضایی تیانگونگ (Tiangong) را با سه ماژول تکمیل کرد؛ ایستگاهی که قادر است سه فضانورد را در مأموریت‌های طولانی‌مدت میزبانی کند. افزون بر این، سازمان ملی فضایی چین (CNSA) در همکاری با سازمان فضایی روسیه (Roscosmos) در سال ۲۰۲۱ پروژه ساخت ایستگاه تحقیقاتی بین‌المللی قمری (ILRS) تا سال ۲۰۳۵ را معرفی کرد؛ پروژه‌ای که تاکنون نزدیک به ۲۰ کشور به آن پیوسته‌اند.

دیپلماسی فضایی و توافق‌های جهانی

چین تاکنون نزدیک به ۲۰۰ توافق‌نامه همکاری فضایی با بیش از ۵۰ کشور و سازمان بین‌المللی امضا کرده است. موفقیت سامانه بیدو و پروژه ایستگاه قمری بین‌المللی وابسته به استفاده و مشارکت کشورهای شریک

خواهد بود. برای نمونه، چین با مصر و آفریقای جنوبی تفاهم‌نامه‌هایی در زمینه استفاده مشترک از داده‌های بیدو امضا کردند. همچنین در اجلاس سازمان همکاری شانگهای (Shanghai Cooperation Organization) در چین استفاده از سامانه بیدو را به همه اعضای این سازمان پیشنهاد داد.

تا آوریل ۲۰۲۵، ۱۷ کشور و سازمان بین‌المللی و بیش از ۵۰ نهاد پژوهشی به پروژه ایستگاه قمری بین‌المللی پیوسته‌اند. در اجلاس مجمع همکاری چین-آفریقا (FOCAC) در سپتامبر ۲۰۲۴، کشور سنگال نیز به‌عنوان تازه‌ترین عضو معرفی شد. هم‌زمان، پاکستان و چین برنامه‌ریزی کرده‌اند تا یک فضاورد پاکستانی به همراه فضاوردان چینی در مأموریتی به ایستگاه تیانگونگ شرکت کند.



ایستگاه قمری بین‌المللی

چین بیش از همه با کشورهایی همکاری می‌کند که در چارچوب سازمان‌هایی چون بریکس (BRICS)، سازمان همکاری شانگهای و مجمع همکاری چین-آفریقا با آن در ارتباطند. برخی توافقات نیز ذیل

ابتکار کمربند و جاده (BRI) انجام شده و مسیر تازه‌ای با عنوان جاده ابریشم فضایی (Space Silk Road) ایجاد کرده است. چین با توسعه فناوری‌ها و زیرساخت‌های فضایی، فراتر از پیشرفت علمی، از آن به عنوان ابزاری برای قدرت نرم استفاده می‌کند؛ به‌ویژه در برابر برنامه‌های فضایی تحت رهبری آمریکا. این امر در شرایطی رخ می‌دهد که آمریکا نیز با برنامه آرتمیس ۳ (Artemis III) قصد دارد تا میانه ۲۰۲۷ فضاوردان خود را به ماه بازگرداند.



صنعت فضایی تجاری چین در رقابت جهانی



در یک دهه گذشته، صنعت فضایی تجاری چین رشد چشمگیری را تجربه کرده است. این پیشرفت نتیجه حمایت سیاسی و ورود سرمایه‌گذاری گسترده خطرپذیر بوده و هرچند هنوز به هدف پکن برای پیشی گرفتن از ایالات متحده در عرصه فضایی نرسیده است، اما امروز به یکی از نقاط قوت راهبردی این کشور تبدیل شده است.

در سال ۲۰۱۴، شورای دولتی چین با انتشار سند شماره ۶۰ (Docu-ment 60) فضای این کشور را به روی سرمایه‌گذاری خصوصی گشود. این تصمیم با هدف رفع محدودیت‌های نوآوری و ظرفیت که در صنعت فضایی دولتی در انحصار دو غول بزرگ یعنی شرکت علوم و فناوری هوافضای چین (CASC) و شرکت علوم و صنایع هوافضای چین (CASIC) وجود داشت، اتخاذ شد. الگوی موفقیت شرکت آمریکایی اسپیس‌ایکس (SpaceX) به‌ویژه در ارائه خدمات پرتاب تجاری و

همچنین اهمیت نظامی بالقوه منظومه ماهواره‌ای استارلینک (Star-link)، به این تصمیم شتاب بیشتری بخشید. اگرچه رشد اولیه صنعت پس از ۲۰۱۴ کند بود و عمدتاً توسط شرکت‌های منشعب از بخش دولتی همچون شرکت فناوری ماهواره چانگ‌گوانگ (Chang Guang Satellite Technology) هدایت می‌شد، اما از اواخر دهه ۲۰۱۰ شمار شرکت‌های تجاری فعال در زمینه توسعه ماهواره و فناوری موشکی به‌طور چشمگیری افزایش یافت. امروز بیش از ۵۰۰ شرکت فضایی تجاری در چین فعال هستند. حمایت دولت‌های محلی از طریق وام و ایجاد صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر، مدلی مشابه سایر بخش‌های پیشرفته فناوری و تولید در چین ایجاد کرده است؛ ترکیبی از حمایت ملی و محلی با انگیزه‌های نوآورانه و سودآور بخش خصوصی که صنعتی متنوع‌تر اما جوان‌تر از همتای آمریکایی خود پدید آورده است.

افزایش چشمگیر پرتاب‌ها و رقابت با غرب

حامل‌های فضایی جدید تجاری چین موجب بیش از سه برابر شدن شمار پرتاب‌های مداری موفق سالانه بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ شده‌اند. با این حال، بیشتر این پرتاب‌ها همچنان توسط خانواده ماهواره‌برهای لانگ مارچ (Long March) متعلق به شرکت علوم و فناوری هوافضای چین انجام می‌شود.

این روند جایگاه چین را به‌عنوان یکی از پیشگامان جهانی پرتاب‌های فضایی تثبیت کرده است، اما هنوز به هدف چین مبنی بر دستیابی به ۱۰۰ پرتاب موفق در سال نرسیده و از ظرفیت رو به رشد ایالات متحده عقب مانده است. رشد پرتاب‌های آمریکا عمدتاً به موفقیت ماهواره‌بر قابل

استفاده مجدد فالکون ۹ (Falcon-9) شرکت اسپیس ایکس بازمی‌گردد. تلاش برای رقابت با اسپیس ایکس موجب شد دولت چین در سال ۲۰۲۳ مشارکت گسترده‌تر شرکت‌های تجاری در پروژه‌های اینترنت ماهواره‌ای را مجاز بداند. اکنون چندین شرکت فضایی چینی در حال توسعه پرتابگرهای نیمه‌قابل‌استفاده مجدد هستند و موفقیت آنها برای استقرار به‌موقع منظومه‌های اینترنت ماهواره‌ای چین حیاتی خواهد بود.

Table 1: Successful orbital launches 2015-24

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
 China	19	21	17	38	32	35	53	62	66	66
 US	18	22	29	31	21	34	43	76	104	145

Sources: Space Activities in 2022, 2023 and 2024 by Jonathan McDowell, planet4589.org

©IISS

پرتاب‌های چین و آمریکا از سال ۲۰۱۵

ماموریت‌های نظامی و تجاری، همچنان مشتریان دولت

نیروهای مسلح و دفتر شناسایی ملی آمریکا (National Reconnaissance Office) سال‌هاست که به‌طور گسترده از خدمات شرکت‌های تجاری، به‌ویژه اسپیس ایکس، برای پرتاب ماهواره‌ها استفاده می‌کنند. در مقابل، ارتش آزادی‌بخش خلق چین (PLA) همچنان تقریباً به‌طور انحصاری از حامل‌های لانگ مارچ برای پرتاب ماهواره‌های خود از جمله منظومه سنجشی یاوگان (Yaogan) بهره می‌گیرد.

یک استثناء مهم در این حوزه، سری ماهواره‌های شی‌یان (Shi-yan) است که در چند مورد با ماهواره‌برهای کواپ‌ژو-۱ ای (Kuaizhou-1A) شرکت اکس‌پیس (ExPace)، زیرمجموعه شرکت علوم و صنایع هوافضای چین و لیجیان-۱ (Lijian-1) شرکت علوم و فناوری هوافضای چین پرتاب شده‌اند. حتی منظومه‌های سنجشی تجاری مانند

جیلین-۱ (Jilin-1) متعلق به چانگ گوانگ و تیان چی (Tianqi) شرکت گودین گائوکه (Guodian Gaoke) نیز ترکیبی از پرتابگرهای دولتی و تجاری را به کار گرفته‌اند. انتظار می‌رود با بلوغ بیشتر طراحی‌های تجاری، به‌ویژه در صورت موفقیت ماهواره‌برهای بازگشت‌پذیر، این الگو در آینده تغییر کند.

سرمایه‌گذاری خطرپذیر؛ رقابت میان بخش خصوصی و دولت محلی
صنعت فضایی تجاری چین بر پایه ترکیبی از سرمایه‌گذاری‌های خصوصی و صندوق‌های تحت مدیریت دولت‌های محلی رشد یافته است. در سال ۲۰۲۴، مجموع سرمایه‌گذاری در این بخش از ۱۵ میلیارد یوان گذشت که نسبت به سال قبل تقریباً ۴۰ درصد افزایش داشت. بر اساس داده‌های موسسه سیاست فضایی اروپا (European Space Policy Institute)، در سال ۲۰۲۴ برای نخستین بار سهم ایالات متحده از سرمایه‌گذاری خطرپذیر فضایی جهانی به کمتر از ۵۰ درصد کاهش یافت؛ آمریکا ۲۰۹ میلیارد یورو، چین ۱۰۹ میلیارد یورو و اروپا ۱۰۵ میلیارد یورو جذب کردند.

یکی از نمونه‌های موفق بخش خصوصی فضایی چین، شرکت گلکتیک انرژی (Galactic Energy) است که در سال ۲۰۱۸ تأسیس شد و در سال ۲۰۲۰ دومین شرکت تجاری چین شد که ماهواره‌ای را به فضا پرتاب کرد. برخلاف بسیاری از پروژه‌های دیگر، این شرکت در مراحل نخست عمدتاً از سرمایه‌گذاران خصوصی به‌ویژه مهندسان پیشین حوزه فناوری و فعالان مالی بهره‌برد و کمتر متکی به صندوق‌های دولتی بود. از سال ۲۰۲۱ با تقویت حمایت سیاسی، سرمایه‌گذاری خطرپذیر فضایی چین جهشی تازه یافت. نقطه اوج این روند در سال ۲۰۲۴ بود؛ زمانی

که صنعت فضایی تجاری در کنار زیست‌ساخت و اقتصاد ارتفاع پایین به‌عنوان موتور رشد جدید معرفی شد. رقابت شدید میان دولت‌های محلی برای ایجاد خوشه‌های فضایی تجاری، همراه با افزایش یارانه‌ها، تخفیف‌های وام و حتی حمایت برای ورود به بازارهای جهانی، فضای تازه‌ای برای سرمایه‌گذاران فراهم کرده است.



آینده صنعت فضایی خصوصی در چین

امروز بیش از ۲۰ شرکت پرتابگر تجاری در چین فعالیت می‌کنند که تا حدودی نشان‌دهنده اشباع بازار است. بنابراین، شرکت‌های نوپا احتمالاً تمرکز خود را بر توسعه فناوری‌های تخصصی برای عرضه به این شرکت‌ها و غول‌های دولتی معطوف خواهند کرد. دولت نیز هم‌اکنون بر استانداردسازی و ارتقای کیفیت این بخش متنوع تاکید دارد.

همچنین توجه روزافزون دولت چین به توسعه اقتصاد ارتفاع پایین می‌تواند اولویت‌های آینده استارت‌آپ‌ها و سرمایه‌گذاران را تغییر

دهد. در حال حاضر، بسیاری از سرمایه‌گذاران از هر دو حوزه فضا و اقتصاد ارتفاع پایین به‌عنوان بخش‌هایی جذاب یاد می‌کنند. در نهایت، هرچند سیاست ادغام نظامی - غیرنظامی در رسانه‌های چینی کمتر مطرح می‌شود، اما تقویت صنعت فضایی تجاری به‌طور غیرمستقیم توانمندی‌های فضایی ارتش چین را ارتقا داده و این روند احتمالا در چارچوب راهبرد کلان ادامه خواهد یافت.



نقشه راه جدید چین برای توسعه بخش ارتباطات ماهواره‌ای

چین دستورالعمل‌های تازه‌ای را برای پیشبرد صنعت ارتباطات ماهواره‌ای منتشر کرده است. وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین اعلام کرد این تدابیر با هدف بهبود دسترسی کسب‌وکارها، تحریک نوآوری در بخش فضایی تجاری و گسترش کاربردها در حوزه‌های متنوع طراحی شده‌اند. این اقدام بخشی از برنامه کلان چین دیجیتال (Digital Chi-

na) محسوب می‌شود و قرار است جایگاه این کشور را به‌عنوان یک قدرت تولیدی و سایبری تقویت کند.

طبق نقشه وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین (Ministry of Industry and Information Technology)، چین تا سال ۲۰۳۰ به دنبال ایجاد یک نظام مدیریت جامع، تکمیل سیاست‌ها و مقررات، و ارتقای یکپارچگی میان زیرساخت‌ها، زنجیره‌های تامین، استانداردهای فنی و همکاری‌های جهانی است. مقام‌های دولتی پیش‌بینی کرده‌اند که شمار کاربران ارتباطات ماهواره‌ای در این کشور تا پایان دهه به بیش از ۱۰ میلیون نفر برسد. این رشد با گسترش استفاده از فناوری اتصال مستقیم ماهواره به تلفن همراه (Direct-to-Mobile) پشتیبانی خواهد شد.

تسریع توسعه اینترنت ماهواره‌ای مدار پایین و حضور پررنگ بخش خصوصی

این دستورالعمل‌ها بر شتاب بخشی به توسعه اینترنت ماهواره‌ای مدار پایین تاکید دارند و مشارکت گسترده شرکت‌های خصوصی را تشویق می‌کنند. کاربردهای کلیدی این فناوری شامل کشاورزی، حمل‌ونقل، انرژی و مدیریت شهری عنوان شده است. همچنین همگرایی آن با زیرساخت‌های دیجیتال نسل آینده مانند اینترنت صنعتی، خودروهای متصل به اینترنت ماهواره‌ای (Connected Vehicles) و سامانه‌های ارتباطی هواپرد (Airborne Communication Systems) مورد تاکید قرار گرفته است.



راهکار تازه چین برای حل بحران ازدحام مداری

گسترش سریع ابرمنظومه‌های ماهواره‌ای در مدار پایین زمین باعث افزایش بی‌سابقه تعداد ماهواره‌ها شده است؛ به‌طوری‌که تاکنون بیش از یک میلیون ماهواره در سطح جهانی برای ارسال به مدار برنامه‌ریزی شده است. این وضعیت به یک بحران ازدحام مداری منجر شده که پایداری فضا را تهدید می‌کند و خطر برخورد، ایجاد زباله فضایی و تداخل امواج رادیویی را افزایش می‌دهد.

مقالات منتشرشده در نشریات معتبر علمی همچون نیچر (Nature) و ساینس (Science) هشدار داده‌اند که در صورت ادامه روند کنونی، شمار ماهواره‌های مدار نزدیک زمین از ظرفیت ایمن فراتر خواهد رفت

و محیط فضایی دیگر پایدار نخواهد بود. بیش از ۱۰۰ دانشمند در نامه‌ای به اتحادیه بین‌المللی مخابرات (International Telecommunication Union) خواستار توقف پرتاب‌های استارلینک (Starlink) شدند.

از معماری ماژولار تا استخر منابع جهانی

برای مقابله با این بحران، گروهی از پژوهشگران دانشگاه ملی فناوری دفاعی چین (National University of Defense Technology) راهکاری به نام OSSMC ارائه کرده‌اند که از مدل متن-باز اینترنت الهام گرفته است. این نوآوری بر دو ستون کلیدی استوار است:

معماری SNAI: در این مدل، ماهواره‌ها به واحدهای ماژولار شامل حسگرها، شبکه‌ها و پردازش هوش مصنوعی تقسیم می‌شوند. این ساختار امکان اشتراک‌گذاری پویای منابع میان ماهواره‌ها را فراهم می‌کند و نیاز به کارکردهای تکراری و جداگانه را از بین می‌برد.

الگوی CPT: یک استخر منابع جهانی ایجاد شود که پلتفرم‌های ابری فضایی، مجموعه‌های ماهواره‌ای و پایانه‌های کاربر را به هم متصل می‌کند. این رویکرد همکاری فرامرزی را ممکن ساخته و به جای منظومه‌های ملی پراکنده، مشابه با نحوه اشتراک‌گذاری منابع محاسباتی در اینترنت زیرساختی یکپارچه ارائه می‌دهد.

افزایش بهره‌وری و کاهش خطرات با OSSMC

ارزیابی‌های آزمایشی نشان داده‌اند که OSSMC پیشرفت‌های چشمگیری در کارایی ماهواره‌ها، عملکرد و پایداری فضایی به همراه دارد. بر اساس این طرح، تا سال ۲۰۳۶ تعداد ماهواره‌ها در حدود

۴۸ هزار واحد تثبیت می‌شود، در حالی که همچنان خدمات لحظه‌ای و سفارشی را به جمعیت ۸ میلیارد نفری جهان ارائه خواهد کرد. در حوزه عملکرد عملیاتی، نرخ موفقیت مأموریت‌ها از ۲۶.۲۱ درصد به ۴۵.۷۳ درصد افزایش یافته است. همچنین دقت ناوبری بر اساس شاخص GDOP نسبت به سامانه‌های تقویت ناوبری موجود مانند «سنتی‌اسپیس» (Centispace) بیش از ۵۱.۰۷ درصد بهبود داشته است. از منظر پایداری فضایی، OSSMC احتمال برخورد در حجم مداری را ۲۸.۷ درصد و شاخص تاثیر مداری را ۵۳.۱۵ درصد کاهش می‌دهد و خطرات ناشی از پراکندگی زباله‌های فضایی را به‌طور موثر مهار می‌کند. این رویکرد، سامانه‌های فضایی را از طرح‌های ملی پراکنده به یک زیرساخت مشترک تبدیل می‌کند و ثابت می‌سازد که تنها ۵۰ هزار ماهواره (و نه میلیون‌ها) می‌تواند نیازهای جهانی را به شکلی پایدار تامین کند. این ابتکار علاوه بر حل بحران ازدحام مداری، دسترسی برابر به منابع فضایی را ترویج می‌دهد و با چشم‌انداز معاهده فضای ماورای جو سازمان ملل (UN Outer Space Treaty) درباره میراث مداری مشترک بشریت همسو است. ■

اخبار صنعت هوایی و فضایی چین

پاییز ۱۴۰۳

دفتر همکاری فناوری سفارت جمهوری اسلامی ایران در پکن
بهمکاری:

گروه مطالعاتی چین نگار

و

اسپاش: پایگاه خبری فضا و نجوم ایران



 www.espash.ir

 www.chinnegar.com

 [espashnews](https://www.instagram.com/espashnews)

 [@chinnegar](https://www.t.me/chinnegar)

 [@espash](https://www.t.me/espash)

 www.techchina.ir

 info@techchina.ir

 [@fanavarichin](https://www.t.me/fanavarichin)

 [@fanavarichin](https://www.whatsapp.com/channel/0029vaf333333333333333333)

ماهنامه ها:



ماهنامه
چین | انرژی های نو و تجدیدپذیر

ماهنامه
چین | فناوری



ماهنامه
چین | هوس مصنوعی و صنعت تراشه

ماهنامه
چین | صنعت خودرو



فصلنامه ها:



فصلنامه
چین | صنایع هوا فضا

فصلنامه
چین | سلامت و کساورزی





سفارت جمهوری اسلامی ایران - پکن

Embassy of the I.R. of Iran—Beijing

