

## خلاصه فصلنامه هوافضای چین - پاییز ۱۴۰۴

این سند به بررسی جامع و چندوجهی پیشرفت‌های چین در عرصه هوافضا و اقتصاد ارتفاع پایین می‌پردازد. چین با اتخاذ یک راهبرد کلان که ابعاد علمی، تجاری، نظامی و ژئوپلیتیکی را در بر می‌گیرد، در حال دگرگون‌سازی قدرت فضایی خود و به چالش کشیدن نظم موجود جهانی است. سرمایه‌گذاری‌های سنگین دولتی و خصوصی، این کشور را به یکی از بازیگران اصلی در حوزه‌هایی چون اینترنت ماهواره‌ای، گردشگری فضایی، پرتابگرهای قابل استفاده مجدد و فناوری‌های پیشرفته پهپادی تبدیل کرده است.

نکات کلیدی این سند عبارتند از:

- **راهبرد یکپارچه و اهداف دوگانه:** چین با محور کردن مرز میان فعالیت‌های نظامی و غیرنظامی، از زیرساخت‌ها و فناوری‌های فضایی برای تحقق همزمان اهداف علمی، اقتصادی و امنیتی بهره می‌برد. تأسیس نیروی هوافضای ارتش (PLAAF) و نهادهایی مانند انجمن بین‌المللی اکتشاف اعماق فضا (IDSEA) نشان‌دهنده تلاش پکن برای ایجاد یک نظم نوین فضایی تحت رهبری خود است.
- **جهش در تجاری‌سازی فضا:** با ورود بیش از ۶۰۰ شرکت تجاری و سیاست‌های حمایتی دولت، بازار فضایی چین به سرعت در حال رشد است. این کشور با الگوبرداری از صنعت خودروسازی (مدل تولید کشتی)، در حال صنعتی‌سازی تولید انبوه ماهواره‌ها و پرتابگرها برای استقرار ابرمنظومه‌هایی مانند «گووانگ» (Guowang) است.
- **پیشرفت‌های فناوریانه خیره‌کننده:** چین در حوزه‌های متعددی به پیشرفت‌های چشمگیر دست یافته است؛ از جمله آزمایش‌های کوانتومی در فضا برای کشف ماده تاریک، توسعه تراشه‌های طیف‌سنجی با دقت بی‌سابقه (رافائل)، ساخت رادارهای فضایی قادر به شناسایی جنگنده‌های پنهانکار، و دستیابی به فناوری سوخت‌گیری مداری.
- **توسعه اقتصاد ارتفاع پایین:** این بخش نوظهور که شامل تاکسی‌های هوایی، پهپادهای باری و خدمات لجستیک هوشمند می‌شود، به یک موتور رشد اقتصادی جدید تبدیل شده است. شرکت‌های چینی در حال آزمایش و استقرار گسترده این فناوری‌ها در داخل و بازارهای بین‌المللی، به ویژه در آفریقا، هستند.
- **برنامه‌های بلندپروازانه برای آینده:** چین برنامه‌های جامعی برای دو دهه آینده تدوین کرده است که شامل سفر سرنشین‌دار به ماه تا سال ۲۰۳۰، احداث پایگاه تحقیقاتی بین‌المللی قمری (ILRS)، ماموریت‌های

بازگشت نمونه از مریخ و سیارک‌ها، و توسعه نسل جدیدی از هواپیماهای مسافربری، ترابری سنگین و جنگنده‌های پیشرفته می‌شود.

در مجموع، چین نه تنها در حال رسیدن به قدرت‌های سنتی فضا، بلکه در حال تعیین استانداردهای جدید و پیشتازی در بسیاری از عرصه‌های نوظهور است؛ تحولی که موازنه قدرت جهانی را در دهه‌های آینده تحت تأثیر قرار خواهد داد.

## علم و فناوری فضایی

چین با سرمایه‌گذاری عظیم در تحقیق و توسعه، مرزهای دانش و فناوری فضایی را جابجا کرده و به دستاوردهای قابل توجهی در زمینه‌های بنیادی و کاربردی دست یافته است.

## آزمایش‌های کوانتومی برای کشف ماده تاریک

پژوهشگران چینی در حال آماده‌سازی یک آزمایش پیشگامانه برای کشف ماده تاریک با استفاده از حسگرهای کوانتومی در ایستگاه فضایی تیانگونگ (Tiangong) هستند.

- **پروژه اسکوایر (SQUIRE):** این پروژه با هدف ردیابی سیگنال‌های بسیار ضعیف مرتبط با ماده تاریک طراحی شده است. استقرار حسگرها در مدار پایین زمین (با سرعت ۷.۶۷ کیلومتر بر ثانیه) به دلیل دوری از نویزهای زمینی، دقتی فراتر از آزمایشگاه‌های زمینی فراهم می‌کند.
- **فناوری:** این حسگرها از ایزوتوپ‌های زنون ( $^{129}\text{Xe}$  و  $^{131}\text{Xe}$ ) و الکترون‌های اتمی به عنوان منبع سیگنال استفاده می‌کنند. طراحی پیشرفته و لایه‌های محافظتی، دستگاه را در برابر تابش‌های فضایی مقاوم می‌سازد.
- **چشم‌انداز:** پیش‌بینی می‌شود این فناوری، دقت اندازه‌گیری برهم‌کنش‌های وابسته به سرعت را ۶ تا ۷ مرتبه بزرگی افزایش دهد. در آینده، از اجرام بزرگی مانند سیاره مشتری نیز به عنوان منبع سیگنال برای گسترش دامنه جستجو استفاده خواهد شد.

## گردشگری فضایی و ورود به رقابت جهانی

شرکت علوم و فناوری هوافضای چین (CASC) رسماً ورود خود به بازار گردشگری فضایی را اعلام کرده و قصد دارد با قدرت‌های جهانی مانند اسپیس ایکس و بلو اوربیت رقابت کند.

- **برنامه پرواز:** از تابستان ۲۰۲۶، پروازهای توریستی زیرمداری آغاز می‌شود که مسافران را تا ارتفاع ۱۰۰ کیلومتری از سطح زمین بالا می‌برد و تجربه بی‌وزنی را برای آنها فراهم می‌کند.
- **هزینه:** قیمت اولیه بلیت حدود ۱ میلیون یوان (معادل ۱۴۰ هزار دلار) تعیین شده است که این بازار را در ابتدا محدود به افراد ثروتمند می‌کند.
- **پیامدهای اقتصادی:** کارشناسان معتقدند این برنامه موج جدیدی از رشد اقتصادی را ایجاد کرده و صنایع مرتبط مانند فناوری، هتلداری و خدمات را در مناطق نزدیک به پایگاه‌های پرتاب متحول خواهد کرد.

### توسعه یکپارچه اینترنت ماهواره‌ای و ناوبری بیدو

چین در حال توسعه همزمان و یکپارچه زیرساخت‌های اینترنت ماهواره‌ای و سامانه ناوبری بیدو است تا خدمات ارتباطی و مکانی جامعی را در سطح ملی و جهانی ارائه دهد.

- **آزمایش G-NTN 5:** گروه شبکه ماهواره‌ای چین برای اولین بار در جهان موفق شد تماس ویدیویی با پهنا باند بالا را از طریق استاندارد شبکه غیرزمینی 5 (5G-NTN) آزمایش کند. این فناوری امکان اتصال پرسرعت در مناطق محروم، دریاها و آسمان را فراهم می‌کند.
- **گروه اطلاعات زمان و مکان چین:** این نهاد که با همکاری شرکت‌های بزرگ صنعتی و اپراتور چاینا موبایل تأسیس شده، بر یکپارچه‌سازی زیرساخت‌های ناوبری دقیق بیدو و خدمات پیام کوتاه آن متمرکز است.
- **رشد اقتصادی بیدو:** صنعت بیدو در چین تا سال ۲۰۲۴ به ارزشی معادل ۵۷۵٫۸ میلیارد یوان (۸۰٫۷۴ میلیارد دلار) رسیده است که نسبت به سال قبل ۷٫۳۹ درصد رشد داشته است.

### نقشه‌برداری سه‌بعدی باد با فناوری ماهواره‌ای

یک استارت‌آپ هنگ کنگی به نام «استرووس» (Stellerus) در حال توسعه اولین سامانه جهانی برای جمع‌آوری داده‌های سه‌بعدی باد از طریق ماهواره است که می‌تواند صنایع انرژی بادی، اقلیمی و بیمه را متحول کند.

- **فناوری:** این شرکت با استفاده از حسگرهای فراطیفی (Hyperspectral) و هوش مصنوعی، گازهای دی‌اکسید کربن، متان و بخار آب را در اتمسفر تحلیل کرده و سرعت و جهت باد را در ارتفاعات مختلف محاسبه می‌کند.
- **منظومه ماهواره‌ای:** استلرووس قصد دارد طی ۱۸ ماه آینده دو ماهواره پرتاب کرده و سپس با پرتاب پنج ماهواره دیگر، یک منظومه کامل با پوشش جهانی ایجاد کند.
- **مزیت اقتصادی:** این فناوری می‌تواند هزینه ساخت برج‌های پایش باد را تا ده‌ها میلیون یوان کاهش دهد و با ارائه داده‌های دقیق، بازدهی نیروگاه‌های بادی را به شکل چشمگیری افزایش دهد.

### رادارهای فضایی و آشکارسازی جنگنده‌های پنهانکار

- دانشمندان چینی مدعی شده‌اند که با استفاده از یک سامانه راداری دو ایستگاه فضایی (Bistatic Radar) می‌توانند هواپیماهای پنهانکار را حتی در شرایط جوی دشوار از مدار زمین ردیابی کنند.
- **عملکرد سامانه:** در این پیکربندی، یک ماهواره پالس‌های راداری را ارسال می‌کند و ماهواره دیگر بازتاب آن را دریافت می‌کند. این طراحی خاص، نویز پس‌زمینه را کاهش داده و توانایی شناسایی اهداف پنهان را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد.
  - **برتری نسبت به سامانه‌های اپتیکال:** برخلاف ماهواره‌های سنجش اپتیکال (مانند منظومه جیلین-۱ که توانسته بود از جنگنده F-22 تصویربرداری کند)، سامانه‌های راداری محدود به روشنایی روز نیستند و می‌توانند در هر شرایط آب و هوایی و در تمام ساعات شبانه‌روز فعالیت کنند.

### رونمایی از تراشه جدید برای اکتشافات فضایی

پژوهشگران دانشگاه شینهوا تراشه نوآورانه‌ای به نام «رافائل» (RAFAEL) را توسعه داده‌اند که چالش دیرینه علم طیف‌سنجی، یعنی دستیابی همزمان به وضوح طیفی بالا و کارایی نوری زیاد، را حل کرده است.

- **قابلیت‌ها:** این تراشه می‌تواند تصویربرداری طیفی لحظه‌ای (Snapshot Spectroscopy) با وضوح فضایی ۱۰ مگاپیکسل و دقت طیفی ۰.۰۵ نانومتر را انجام دهد.
- **عملکرد:** تراشه رافائل که به اندازه یک ناخن است، با استفاده از فیزیک هوشمند و الگوریتم‌های پیشرفته، عملکردی معادل یک میز آزمایشگاهی اپتیکی بزرگ را در خود فشرده کرده است. کارایی آن بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر پیشرفته‌ترین طیف‌سنج‌های نجومی جهان تخمین زده می‌شود.

- **کاربردها:** علاوه بر اختر فیزیک و کشف اسرار کیهان مانند ماده تاریک، این فناوری در پزشکی (بررسی غیرتهاجمی بافت)، کشاورزی (پایش خاک) و خودروهای خودران (تشخیص موانع) نیز کاربرد دارد.

## راهبرد کیهانی و تشکیل نظم نوین فضایی

برنامه فضایی چین فراتر از یک کنجکاوی علمی، ابزاری راهبردی برای نمایش قدرت ملی، تقویت مشروعیت داخلی و گسترش نفوذ جهانی است. پکن با ایجاد نهادهای بین‌المللی جدید و تدوین قواعد جایگزین، در پی به چالش کشیدن نظم فضایی موجود به رهبری غرب و تشکیل یک ساختار جدید است.

## پیوند نظامی-غیرنظامی و اهداف دوگانه

در چین، مرز مشخصی میان فعالیت‌های فضایی نظامی و غیرنظامی وجود ندارد. ارتش آزادی‌بخش خلق (PLA) کنترل زیرساخت‌های اصلی مانند مراکز پرتاب و شبکه‌های پایش را در دست دارد. این پیوند باعث می‌شود فناوری‌های توسعه‌یافته (مانند ماهواره‌های بازگشت‌پذیر، سوخت‌گیری مداری و تجسس) هم در خدمت اکتشافات علمی و هم در جهت تحقق مأموریت‌های دفاعی قرار گیرند. این ساختار به چین امکان می‌دهد قواعد جدیدی در حوزه‌هایی مانند بهره‌برداری از منابع سیارکی و مدیریت ترافیک مداری تدوین کند که با چارچوب‌های غربی مانند «پیمان آرتیمیس» (Artemis Accords) در تضاد قرار می‌گیرد.

## تأسیس انجمن بین‌المللی اکتشاف اعماق فضا (IDSEA)

چین در ژوئیه ۲۰۲۵، «انجمن بین‌المللی اکتشاف اعماق فضا» (IDSEA) را با حمایت سازمان ملی فضانوردی چین (CNSA) تأسیس کرد. این نهاد با هدف ایجاد یک چارچوب جدید برای حکمرانی و همکاری فضایی ایجاد شده است.

مأموریت IDSEA فراتر از مدار زمین تعریف شده و توسعه سامانه‌های پیشران برای سفرهای سیاره‌ای، سامانه‌های پشتیبانی حیات و شبکه‌های ارتباطی اعماق فضا را شامل می‌شود. اعضای بومی این انجمن شامل آزمایشگاه اکتشاف اعماق فضا، مرکز مهندسی و اکتشاف قمری، و انجمن‌های فضانوردی و تحقیقات فضایی چین هستند.

این نهاد به عنوان یک جایگزین برای چارچوب‌های تحت رهبری ایالات متحده عمل می‌کند و به پکن اجازه می‌دهد تا استانداردهای فنی و هنجارهای حکمرانی فضایی را خود تعیین کند.

## چالش‌های ساختاری و پیامدهای ژئوپلیتیکی

با وجود حمایت گسترده، IDSEA با چالش‌های متعددی روبرو است:

- **هزینه‌ها و اختلاف منافع:** مأموریت‌های اعماق فضا بسیار پرهزینه هستند و اختلاف منافع میان قدرت‌های بزرگ (چین، آمریکا، روسیه و اروپا) می‌تواند مانع تصمیم‌گیری‌های حیاتی شود.
- **ماهیت دوگانه فناوری:** نظارت ارتش چین بر مراکز پرتاب و شبکه‌های کنترلی، نگرانی‌هایی را در مورد شفافیت و ماهیت دوگانه فناوری‌ها ایجاد می‌کند.
- **وابستگی راهبردی:** کشورهایی که به این چارچوب می‌پیوندند، ممکن است ناخواسته با هنجارهای چین همسو شده و از چارچوب‌های بین‌المللی غربی فاصله بگیرند. این امر می‌تواند منجر به وابستگی‌های بلندمدت و نابرابری‌های راهبردی شود.
- **همکاری یا شکاف؟** تأسیس IDSEA این پرسش اساسی را مطرح می‌کند که آیا اعماق فضا به عرصه‌ای برای همکاری مشترک بشری تبدیل خواهد شد یا صحنه جدیدی برای رقابت قدرت‌های بزرگ. آینده حکمرانی فضا بیش از فناوری، به اراده سیاسی و ظرفیت جامعه جهانی برای همکاری بستگی دارد.

---

## تجاری‌سازی و اقتصاد فضا

چین با یک راهبرد جامع، صنعت فضایی تجاری را به عنوان یکی از موتورهای اصلی رشد اقتصادی و رقابت‌پذیری جهانی خود معرفی کرده است. حمایت‌های دولتی، ورود سرمایه‌های خصوصی و نوآوری‌های فناورانه، این بخش را به سرعت در حال گسترش کرده است.

## سرمایه‌گذاری سنگین در بخش تجاری

دولت چین با سیاست‌گذاری‌های حمایتی، مسیر را برای رشد شرکت‌های خصوصی هموار کرده است.

- **حجم بازار:** در حال حاضر بیش از ۶۰۰ شرکت فضایی تجاری در چین فعالیت می‌کنند و پیش‌بینی می‌شود ارزش این بازار در سال ۲۰۲۵ از ۲.۵ تریلیون یوان (حدود ۳۵۰ میلیارد دلار) فراتر رود.
- **حمایت دولتی:** سازمان ملی فضایی چین (CNSA) یک اداره جدید برای نظارت بر بخش فضایی تجاری ایجاد کرده است که وظیفه آن تنظیم مقررات و کمک به توسعه کیفی زنجیره تأمین این صنعت است.
- **نقش شرکت‌های نوپا:** استارت‌آپ‌هایی مانند Skysight Technology با تکیه بر حمایت‌های دولتی، در حال تبدیل شدن به بازیگران کلیدی در بازار داده‌های سنجش از دور و خدمات مرتبط با آن هستند.

### شتاب‌گیری پرتاب‌های تجاری

با توسعه زیرساخت‌ها و ورود پرتابگرهای جدید، ظرفیت پرتاب تجاری چین به سرعت در حال افزایش است.

- **پرتاب از سکوی دریایی:** چین اخیراً یک مأموریت تجاری موفق را از یک سکوی دریایی انجام داد و سه ماهواره را در مدار قرار داد.
- **پرتابگرهای جدید:** شرکت‌های خصوصی مانند LandSpace (با پرتابگر 3-Zhuque)، Space Pioneer (با 3-Tianlong) و Orienspace (با 2-Gravity) در حال توسعه ناوگان جدیدی از پرتابگرها هستند که کمبود ظرفیت پرتاب را جبران کرده و زیرساخت اینترنت ماهواره‌ای را تقویت خواهند کرد.
- **نوآوری در موتورها:** شرکت LandSpace با توسعه موتورهای قابل استفاده مجدد و شرکت Galactic Energy با بهره‌گیری از چاپ سه‌بعدی، هزینه‌های تولید را به شکل چشمگیری کاهش داده‌اند.

### ورود الگوی خودروسازی به صنعت فضا

چین در حال بازطراحی صنعت فضایی خود با الگوبرداری از صنعت خودروسازی است تا به تولید انبوه، سریع و باکیفیت ماهواره‌ها و پرتابگرها دست یابد.

- **تغییر از مدل فشاری به کششی:** صنعت هوافضا از مدل سنتی «تولید فشاری» (Push Model) که مبتنی بر پیش‌بینی بود، به «مدل تولید کششی» (Pull Model) یا «تولید به موقع» (Just-in-Time) روی آورده است. در این مدل، هر قطعه تنها زمانی تولید می‌شود که مرحله بعدی به آن نیاز داشته باشد.

- **زنجیره تأمین دیجیتال:** یکی از مهم‌ترین دستاوردها، ایجاد یک پلتفرم دیجیتال همکاری ملی است که کارخانه‌ها و آزمایشگاه‌ها را در سراسر چین به هم متصل می‌کند. این پلتفرم با استفاده از فناوری‌هایی چون رایانش ابری و همزاد دیجیتال (Digital Twin)، دیدی بی‌درنگ از گلوگاه‌های تولید ارائه می‌دهد.

### ابرمنظومه‌های ماهواره‌ای در مدار پایین زمین (LEO)

چین در حال پیشبرد سه طرح اصلی برای ایجاد ابرمنظومه‌های اینترنت ماهواره‌ای است تا با رقبای جهانی مانند استارلینک رقابت کند.

نام منظومه	نهاده مسئول	تعداد ماهواره‌ها (برنامه‌ریزی شده)	ویژگی‌ها و وضعیت فعلی
<b>گووانگ (Guowang)</b>	دولتی (China Satellite Network Group)	بیش از ۱۲۰۰۰ (دو زیرمنظومه)	ستون فقرات ملی برای ارتباطات و امنیت؛ پرتاب‌ها با شتاب در حال انجام است.
<b>چیان‌فان (Qianfan)</b>	خصوصی (Shanghai Spacecom)	بیش از ۱۲۰۰۰	متمرکز بر بازارهای بین‌المللی؛ با چالش‌های فنی و عملیاتی روبرو شده است.
<b>هونگهو-۳ (Honghu-3)</b>	خصوصی (Landspace/Hongqing Tech)	۱۰۰۰۰	توسعه همزمان ماهواره و پرتابگر قابل استفاده مجدد (ژوچوهه-۳)؛ الگوی یکپارچه.

### همکاری‌های بین‌المللی در چارچوب کمربند و جاده

چین در حال گسترش همکاری‌های فضایی خود با کشورهای در حال توسعه، به ویژه در خاورمیانه و آسیا، به عنوان بخشی از ابتکار «کمربند و جاده» است.

- **همکاری با عمان:** اولین ماهواره هوش مصنوعی عمان (OL-1) با همکاری شرکت چینی STAR.VISION توسعه، ساخته و پرتاب شد. این ماهواره که به طور رسمی در اتحادیه بین‌المللی مخابرات (ITU) ثبت شده، دارای قابلیت پردازش هوشمند تصاویر در مدار است.

- **همکاری با امارات و سایر کشورها:** در یک پرتاب تجاری اخیر، ماهواره‌هایی متعلق به امارات متحده عربی، مصر و نپال توسط چین در مدار قرار گرفتند. این همکاری‌ها نشان‌دهنده تغییر الگوی امارات از اتکای صرف به پرتابگرهای غربی به سمت همکاری با چین است.

### برنامه‌های کلیدی برای دو دهه آینده

چین یک نقشه راه جامع و بلندپروازانه برای دو دهه آینده فضایی خود تدوین کرده است که شامل اکتشافات سرنشین‌دار، مأموریت‌های علمی پیشرفته و ایجاد زیرساخت‌های پایدار در فضا می‌شود.

### سفر سرنشین‌دار به ماه و احداث پایگاه قمری

- **سفر سرنشین‌دار تا ۲۰۳۰:** چین قصد دارد تا سال ۲۰۳۰ اولین فضانوردان خود را بر سطح ماه فرود آورد. برای این منظور، پرتابگر سنگین «لانگ مارچ ۱۰» (Long March 10) در حال توسعه است که قادر به حمل ۲۷ تن محموله به مدار انتقال ماه و ۷۰ تن به مدار پایین زمین است.
- **ایستگاه تحقیقاتی بین‌المللی قمری (ILRS):** این پایگاه دائمی که با همکاری شرکای بین‌المللی (از جمله کشورهای عضو بریکس) تا سال ۲۰۳۵ احداث خواهد شد، با پرتابگر فوق سنگین «لانگ مارچ ۹» (Long March 9) تجهیز می‌شود. مأموریت‌های رباتیک «چانگ‌ئه» (Chang'e) به عنوان پایه‌های اصلی این راهبرد عمل می‌کنند:
  - **چانگ‌ئه-۲ (۲۰۲۶):** جستجوی یخ آب در قطب جنوب ماه.
  - **چانگ‌ئه-۸ (۲۰۲۸):** آزمایش فناوری استفاده از منابع بومی (ISRU) مانند چاپ سه‌بعدی با خاک ماه.

### مأموریت‌های بازگشت نمونه از سیارک و مریخ

- **تیان‌ون-۲ (۲۰۲۵):** این مأموریت برای نمونه‌برداری از سیارک نزدیک به زمین ۲۰۱۶ HO3 طراحی شده است. کاوشگر پس از جمع‌آوری نمونه و بازگرداندن آن به زمین، به سمت دنباله‌دار ۳۱۱ P رهسپار خواهد شد.
- **تیان‌ون-۳:** این مأموریت پیچیده برای بازگرداندن نمونه از سطح مریخ طراحی شده است و شامل یک فرودگر، یک وسیله صعود برای انتقال نمونه به مدار و یک کپسول بازگشت به زمین خواهد بود.

## پروژه‌های پیشرفته علمی (تایجی، تلسکوپ فضایی و کاوش مشتری)

- **برنامه تایجی (Taiji):** چین قصد دارد در سال ۲۰۲۵ این پروژه را برای آشکارسازی امواج گرانشی در فضا آغاز کند. این سامانه از سه ماهواره تشکیل شده که یک مثلث گول‌پیکر با فاصله یک میلیون کیلومتری از یکدیگر را تشکیل می‌دهند.
- **تلسکوپ اعماق فضا (تا ۲۰۲۸):** این تلسکوپ با آینه بزرگ و طیف‌سنج پیشرفته، برای نقشه‌برداری از انرژی و ماده تاریک در کهکشان‌های دور طراحی شده و از پرتابگرهای قابل استفاده مجدد بهره خواهد برد.
- **کاوش سیاره مشتری:** چین یک کاوشگر به مشتری خواهد فرستاد تا مگنتوسفر عظیم آن را بررسی کند. این فضاپیما از پیشران پلاسمایی (Plasma Drive) استفاده خواهد کرد و احتمال اعزام یک فرودگر کوچک به قمر «اروپا» نیز مطرح شده است.
- **منظومه ماهواره‌ای بریکس:** چین با همکاری کشورهای عضو بریکس در حال توسعه یک منظومه رصد زمین برای اشتراک‌گذاری داده‌های مربوط به بلایای طبیعی، کشاورزی پایدار و تغییرات اقلیمی است.

---

## توانمندی‌های راهبردی و نظامی در فضا

برنامه فضایی چین دارای ابعاد راهبردی و نظامی قدرتمندی است که هدف آن نه تنها پشتیبانی از نیروهای زمینی، بلکه دستیابی به برتری در عرصه فضا به عنوان یک حوزه نبرد مستقل است.

## سامانه‌های تولید توان و آینده جنگ فضایی

پژوهشگران چینی سامانه‌ای نوین برای تولید توان بسیار بالا در ماهواره‌ها توسعه داده‌اند که می‌تواند راه را برای استفاده از سلاح‌های انرژی هدایت‌شده (مانند پرتو ذرات) هموار کند.

- **توان و دقت:** نمونه اولیه ساخته شده توسط شرکت DFH Satellite توانسته در آزمایش‌های زمینی ۲.۶ مگاوات توان پالسی تولید کند که بسیار فراتر از سامانه‌های موجود است. این فناوری دقتی در حدود ۰.۶۳ میکروثانیه دارد.
- **کاربردها:** علاوه بر کاربردهای دفاعی، این فناوری می‌تواند در لیدار (Lidar)، ارتباطات لیزری، پیشران‌های یونی پیشرفته و رصد دقیق زمین و هواشناسی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

## سازماندهی نیروی هوافضای چین

در آوریل ۲۰۲۴، چین با انحلال «نیروی پشتیبانی راهبردی»، سه نیروی مستقل جدید را تحت فرماندهی مستقیم کمیسیون مرکزی نظامی تشکیل داد که «نیروی هوافضا» (PLA Aerospace Force) یکی از آنهاست.

- **ساختار:** این نیرو از یک ستاد مرکزی و هفت پایگاه اصلی با مأموریت‌های تخصصی تشکیل شده است که شامل پرتاب، کنترل ماهواره، هشدار زودهنگام، پشتیبانی از نبرد و ردیابی دریایی می‌شود. این ساختار متمرکز، امکان یکپارچه‌سازی سریع اطلاعات و منابع فضایی در سطح ملی را فراهم می‌کند.
- **پایگاه‌ها:** پایگاه‌های کلیدی شامل مرکز پرتاب تای‌یوان (برای مدارهای قطبی)، مرکز پرتاب شیچانگ (برای مدارهای بالا)، مرکز کنترل شی‌آن و پکن، و پایگاه ردیابی دریایی (با ناوگان یوان‌وانگ) هستند.

## توانمندی‌های ضدماهواره‌ای (ASAT)

چین مجموعه‌ای کامل از ابزارهای ضدماهایی، از جنبشی تا غیرجنبشی، را توسعه داده است.

- **موشک‌های برخورد مستقیم (Direct-ascent ASAT):** چین در سال ۲۰۰۷ با یک موشک-SC-19، یک ماهواره هواشناسی را منهدم کرد. نسل‌های بعدی این موشک‌ها (DN-2) و (DN-3) قادرند اهدافی را در مدارهای میانی و حتی زمین ثابت هدف قرار دهند.
- **مانورهای مداری مشکوک:** ماهواره‌های چینی مانورهای نزدیک به یکدیگر را انجام داده‌اند که به گفته تحلیل‌گران غربی، شبیه‌سازی عملیات گرفتن و جابجایی ماهواره‌های دشمن است.
- **سلاح‌های غیرجنبشی:** چین در حال توسعه ابزارهایی مانند لیزرهای پر قدرت زمینی است که می‌توانند حسگرهای ماهواره‌ها را کور کنند. همچنین، سامانه‌های جنگ الکترونیک زمینی و فضایی برای اختلال در ارتباطات ماهواره‌ای و سیگنال‌های GPS در اختیار دارد.

## فناوری سوخت‌گیری مداری

سوخت‌گیری در مدار یکی از فناوری‌های کلیدی برای آینده اکتشافات فضایی و عملیات نظامی است. چین اخیراً یک آزمون موفق در این زمینه انجام داده است.

- **آزمایش شیجیان-۲۱ و شیجیان-۲۵:** این دو ماهواره آزمایشی در مدار زمین ثابت (در فاصله ۳۵,۷۸۶ کیلومتری) عملیات اتصال، سوخت‌گیری و جداسازی را با موفقیت انجام دادند.
- **اهمیت راهبردی:** این فناوری به چین امکان می‌دهد طول عمر ماهواره‌های جاسوسی خود را افزایش دهد، ماهواره‌های از کار افتاده را دوباره فعال کند یا ماهواره‌های دشمن را از مدار خارج سازد؛ قابلیتی که توازن قدرت فضایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

## صنعت هوایی و اقتصاد ارتفاع پایین

چین با عزمی جدی وارد رقابت جهانی در صنعت هوانوردی تجاری و نظامی شده و همزمان، در حال توسعه «اقتصاد ارتفاع پایین» به عنوان یک حوزه نوظهور و استراتژیک است.

## توسعه هواپیماهای مسافربری و رقابت جهانی

پکن با دو مدل هواپیمای مسافربری ساخت شرکت کوماک (COMAC)، به دنبال شکستن انحصار بوئینگ و ایرباس است.

- **کومک C909 (ARJ21 سابق):** اولین هواپیمای جت منطقه‌ای چین با موتور بومی، ظرفیت حمل حدود ۹۰ مسافر را دارد و برای پروازهای کوتاه و متوسط (۲۲۰۰ تا ۳۷۰۰ کیلومتر) طراحی شده است. این هواپیما در بازارهای نوظهور آسیایی مشتریانی پیدا کرده است.
- **کومک C919:** این هواپیمای باریک‌پیکر با ظرفیت ۱۶۰ تا ۱۹۰ مسافر، رقیب مستقیم بوئینگ ۷۳۷ MAX و ایرباس A320neo است. شرکت‌های هواپیمایی بزرگ داخلی چین از این هواپیما استفاده می‌کنند و کوماک در حال بازاریابی برای آن در سطح جهانی است.
- **همکاری با ایرباس:** ایرباس دومین خط مونتاژ نهایی خود را برای خانواده A320 در چین افتتاح کرده است که نشان‌دهنده اهمیت استراتژیک بازار چین برای این شرکت اروپایی است.

## هواپیماهای ترابری سنگین و پیشرفت‌های طراحی

چین در حال طراحی یک هواپیمای ترابری سنگین با مشخصات خیره‌کننده است.

این هواپیما که از طراحی بدنه یکپارچه (Blended Wing Body) بهره می‌برد، دارای ظرفیت حمل بار ۱۲۰ تن و برد پروازی ۶۵۰۰ کیلومتر است.

این هواپیما با سرعت ۰.۸۵ ماخ پرواز کرده و وزن برخاست آن به ۴۷۰ تن می‌رسد. طراحی آن امکان برخاست از باندهای نیمه‌آماده را نیز فراهم می‌کند.

علاوه بر کاربردهای نظامی (حمل تانک، بالگرد و نیرو)، این هواپیما می‌تواند در مأموریت‌های بشردوستانه و امداد و نجات نیز نقشی کلیدی ایفا کند.

### جنگنده‌های آموزشی نسل جدید

چین اولین پرواز جنگنده آموزشی پیشرفته نسل جدید خود (که فعلاً با نام JL-XX شناخته می‌شود) را با موفقیت انجام داد.

- **طراحی و موتور بومی:** این جنگنده که توسط گروه هانگدو ساخته شده، از دو موتور توربوفن بومی «مینشان» (Minshan) استفاده می‌کند که جایگزین موتورهای اوکراینی شده و نشان‌دهنده کاهش وابستگی چین به تأمین کنندگان خارجی است.
- **نقش کلیدی:** این هواپیما علاوه بر آموزش پیشرفته، قابلیت انجام مأموریت‌های رزمی سبک را نیز دارد و نقش کلیدی در آموزش خلبانان جنگنده‌های نسل پنجم و ششم چین ایفا خواهد کرد.

### تاکسی‌های هوایی و حمل‌ونقل شهری

اقتصاد ارتفاع پایین (فضای هوایی زیر ۱۰۰۰ متر) به سرعت در حال رشد است و ارزش آن تا سال ۲۰۳۵ به ۳.۵ تریلیون یوان خواهد رسید.

- **هواگرد VT35 شرکت ای‌هنگ (EHang):** این تاکسی هوایی خودران (eVTOL) جدید با برد پروازی ۲۰۰ کیلومتر، تقریباً شش برابر مدل‌های عملیاتی فعلی است و هدف آن ایجاد «دوایره زندگی هوایی یک ساعته» بین شهرهای بزرگ است.

- **چالش‌ها:** ظرفیت محدود باتری همچنان مانع اصلی است. همچنین نگرانی‌های ایمنی پس از برخورد دو هواگرد شرکت اکس‌پنگ (XPENG) در یک نمایشگاه هوایی، چالش‌های نظارتی این صنعت را برجسته کرده است.

## فناوری پهپاد: از کشاورزی تا کاربردهای نظامی

چین به یک قدرت پیشرو در تمام ابعاد فناوری پهپاد تبدیل شده است؛ از پهپادهای تجاری و کشاورزی گرفته تا سامانه‌های رزمی پنهانکار و راهکارهای نوآورانه لجستیکی.

## پیشرفت در پهپادهای باری و تجاری

- **موتور ATP120:** شرکت موتورهای هوایی چین از یک موتور توربوپراپ جدید با توان ۱۲۰۰ کیلووات رونمایی کرده که برای پهپادهای باری بزرگ طراحی شده است. استفاده از این موتورها هزینه حمل‌ونقل هوایی را به شکل چشمگیری کاهش می‌دهد.
- **ابریپاد باری HY100:** این پهپاد با وزن برخاست ۵۲۵۰ کیلوگرم و ظرفیت بار ۱۹۰۰ کیلوگرم، وارد بازار بین‌المللی شده و قراردادهایی با شرکت‌هایی در اندونزی و گینه استوایی امضا کرده است.
- **پروژه Ibis Shadow 60:** چین از طرح مفهومی یک پهپاد باری گول‌پیکر با وزن برخاست بیش از ۶۰ تن رونمایی کرده که بر پایه هواپیمای ترابری نظامی Y-9 توسعه یافته و قادر به حمل خودروهایی زرهی است.
- **تحول در حمل‌ونقل کوهستانی:** پهپادهای باری شرکت DJI در مناطق صعب‌العبور جنوب غربی چین، جایگزین روش‌های سنتی شده و زمان حمل تجهیزات را از چندین ساعت پیاده‌روی به چند دقیقه پرواز کاهش داده‌اند.

## نوآوری‌های فناوری‌ها

- **اتصال پهپادها در حین پرواز:** پژوهشگران دانشگاه وست‌لیک سامانه‌ای به نام «جعبه‌ابزار پرنده» (Flying Toolbox) را توسعه داده‌اند که به پهپادها امکان می‌دهد در حین پرواز به یکدیگر متصل شده و با دقت میلی‌متری ابزارها را رد و بدل کنند؛ دستاوردی که در جهان بی‌سابقه است.

- **موتور توربوجت با چاپ سه بعدی:** چین یک موتور توربوجت کوچک را که بیش از ۷۵ درصد وزن آن با چاپ سه بعدی ساخته شده، با موفقیت آزمایش کرده است. این فناوری وزن موتور را کاهش داده و مسیر طراحی پیشرانه‌های کارآمدتر را هموار می‌کند.
- **نمایش پهپادی:** چین با پرواز همزمان ۱۱,۷۸۷ پهپاد در شهر چونگ‌چینگ، رکورد جهانی گینس برای بزرگ‌ترین تصویر هوایی ساخته شده با پهپاد را شکست.

### پهپادهای پنهانکار و رقابت تسلیحاتی

چین از یک پهپاد پیشرفته جدید با طراحی بال پرنده (flying-wing) و دو موتور جت رونمایی کرده که تمرکز کامل بر پنهانکاری دارد.

- **طراحی پیشرفته:** این پهپاد از ورودی‌های هوای یکپارچه (DSI) بهره می‌برد و موتورهای آن در عمق بدنه جای گرفته‌اند تا سطح مقطع راداری و حرارتی آن به حداقل برسد.
- **تشدید رقابت جهانی:** پیشروی چین در این عرصه، دیگر قدرت‌ها مانند آمریکا) با برنامه Collaborative Combat Aircraft، بریتانیا) با پروژه StormShroud و ترکیه) با خانواده Bayraktar را به واکنش واداشته و رقابت جهانی برای توسعه پرنده‌های هوشمند، خودکار و پنهانکار را تشدید کرده است.

### راهکارهای مقابله با سامانه‌های ماهواره‌ای

پژوهشگران چینی راهکاری را برای ایجاد اختلال در شبکه اینترنت ماهواره‌ای استارلینک پیشنهاد کرده‌اند.

- **گنبد پهپادی:** به دلیل ساختار بسیار پویا و متغیر استارلینک، ایجاد اختلال متمرکز بی‌اثر است. راهکار پیشنهادی، استفاده از شبکه‌ای گسترده از اختلال‌گرهای کم‌توان است که بر روی پهپادها یا بالون‌های هوابرد نصب شده و یک «مانع الکترومغناطیسی» پیوسته بر فراز منطقه درگیری ایجاد می‌کنند.

---

### ادغام شبکه‌های زمینی و فضایی

چین در حال حرکت به سوی ادغام کامل شبکه‌های ارتباطی زمینی و فضایی است تا پوشش اینترنتی فراگیر، امن و پایدار را برای تحقق اهداف اقتصادی و امنیتی خود فراهم کند.

## راهبرد ملی برای ارتباطات یکپارچه

وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین (MIIT) سندی راهبردی منتشر کرده که اهداف توسعه ارتباطات نوین تا سال ۲۰۳۰ را مشخص می‌کند.

- **اهداف کلیدی:** از جمله اهداف اصلی، ارائه ارتباط مستقیم بین تلفن‌های هوشمند و ماهواره‌ها و افزایش تعداد کاربران ارتباطات ماهواره‌ای به بیش از ۱۰ میلیون نفر است.
- **نقش راهبردی:** این سند بر نقش ارتباطات ماهواره‌ای در تقویت امنیت ملی و توسعه فناوری نسل ششم ارتباطی (6G) تأکید دارد، زیرا ادغام شبکه‌های فضایی و زمینی یکی از ویژگی‌های اصلی 6G محسوب می‌شود.

## نقش اپراتورهای مخابراتی و بخش خصوصی

اپراتورهای بزرگ مخابراتی چین پیش‌تاز ارائه خدمات ماهواره‌ای به بازار انبوه شده‌اند.

- **چاینا تلکام:** در سال ۲۰۲۳، اولین سرویس تلفن همراه با اتصال مستقیم به ماهواره را در جهان راه‌اندازی کرد.
- **چاینا موبایل:** با همکاری گروه شبکه ماهواره‌ای چین، خدمات پیام مبتنی بر سامانه ناوبری بیدو را راه‌اندازی کرده است. این سرویس در جریان سیل پکن به کاربران امکان داد پیام‌های اضطراری موقعیت‌محور را حتی در مناطق فاقد پوشش شبکه سنتی ارسال کنند.
- **فرصت برای بخش خصوصی:** سیاست‌های جدید موانع ورود برای شرکت‌های خصوصی را کاهش داده و همکاری از طریق اجاره منابع ماهواره‌ای موجود را تشویق می‌کند، که این امر به تنوع‌بخشی و رشد کیفی بازار کمک خواهد کرد.