

عملکرد و توسعه سیستم ناوبری ماهواره‌های بی‌دو (BeiDou)

دفتر ناوبری ماهواره‌های چین

ترجمه شده در مرکز ملی فضایی ایران

عملکرد و توسعه سیستم ناوبری ماهواره‌ای بی‌دو (BeiDou)

۱- برنامه توسعه

۱-۱ اصول اساسی و تعهدات سیستم

اصول اساسی سیستم شامل باز بودن، استقلال، سازگاری و تدریجی بودن است و تعهدات سیستم شامل موارد زیر می‌باشد:

۱-۱-۱: ارائه خدمات ناوبری، موقعیت‌یابی و زمانی به صورت پایدار، مداوم و قابل اطمینان

۱-۱-۲: رفع نیازهای امنیت ملی، بخش‌های توسعه اجتماعی و اقتصادی، شتاب‌دهی به کاربردهای فناوری اطلاعات و تغییر روش‌های توسعه اقتصادی و ارتقای سود جامعه و بهره اقتصادی

۱-۱-۳: خدمت به بشریت توسط همکاری با سیستم‌های موقعیت‌یابی دیگر در دنیا



۱-۲ مفاهیم و سیاست‌های توسعه سیستم ناوبری بی‌دو

۱-۲-۱: ارائه خدمات رایگان به کاربران

۱-۲-۲: نگهداری و بهینه‌سازی مداوم سیستم، ارتقاء مداوم بهره‌وری خدمات و ارائه خدمات با کیفیت بالاتر

۱-۲-۳: انتشار عمومی مشخصات کارایی خدمات به صورت دوره‌ای، کمک به ورود دولت و بازار به عرصه بازی، ترویج نوآوری، ایجاد محبوبیت بین‌المللی برای کاربردهای نرم‌افزارهای BeiDou/GNSS و پایه‌گذاری صنایع استراتژیک ملی

۱-۲-۴: پایبندی به مفهوم توسعه و همکاری برد-برد، درک سازگاری و قابلیت همکاری بین بی‌دو و سیستم‌های ناوبری دیگر، افزایش بهره‌وری سیستم و سود کاربران

۲- آخرین پیشرفت‌ها

۲-۱ ساخت سیستم

۲-۱-۱: بهبود مستمر کارایی سیستم بی‌دو-۲:

برای تضمین کارکرد پایدار سیستم، بر مبنای کارکرد مستمر ۱۳ ماهواره موجود در مدار، در سال ۲۰۱۶ دو ماهواره پشتیبان به فضا پرتاب شدند و دقت موقعیت‌یابی از ۱۰ متر به ۸ متر ارتقا داده شد.

اقدام برای بهبود خدمات و تکمیل عملیات سالانه ارتقاء و بازسازی سیستم‌های زمینی. برای دستیابی به خدمات کاربر-محور، فایل‌های کنترلی ارتقاء داده شده‌ی رابط کاربری بر اساس تغییرات منظومه منتشر می‌شوند.

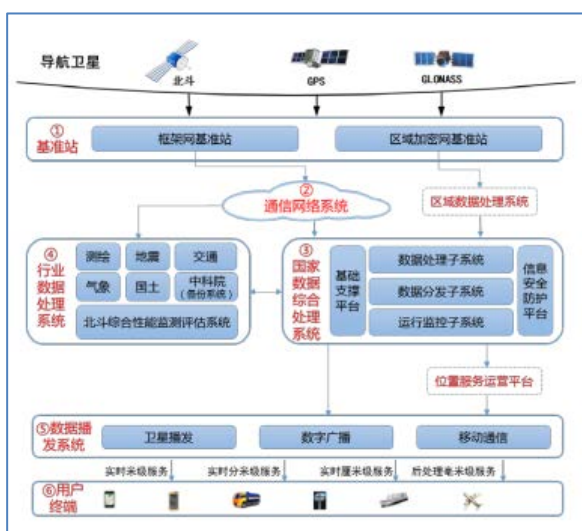


در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ آزمایشات مربوط به ۵ ماهواره از سری بی-دو-۳ تکمیل شد و در یک رویکرد جامع برای تحکیم وضعیت ماهواره، پیشرفت قابل توجهی در فناوری‌های پایه سیستم‌ها ایجاد شد.

ماهواره‌های بی-دو-۳ به سیگنال سازگار B1C با کارایی بهینه مجهز خواهند بود. با ساخت یک سیستم ماهواره‌ای بین‌المللی، سیگنال B2I به مرور به سیگنال B2a ارتقاء خواهد یافت.

ارائه سیستم مکمل فضاپایه (SBAS) و خدمات جستجو و نجات بر مبنای بهبود خدمات پایه ناوبری و استانداردهای بین‌المللی.

سیستم بی-دو-۳ از ساعت‌های اتمی روبیدیومی با کارایی بالا با پایداری E-14 و ساعت‌های اتمی هیدروژنی با پایداری E-15 استفاده می‌کند. با استفاده از فناوری‌های نوین، کارایی ماهواره‌های بی-دو-۳ افزایش قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت و به دقت (signal-in-space accuracy) بهتر از ۰.۵ متر دست خواهد یافت.



۲-۱-۳ کاربرد سیستم مکمل زمینی

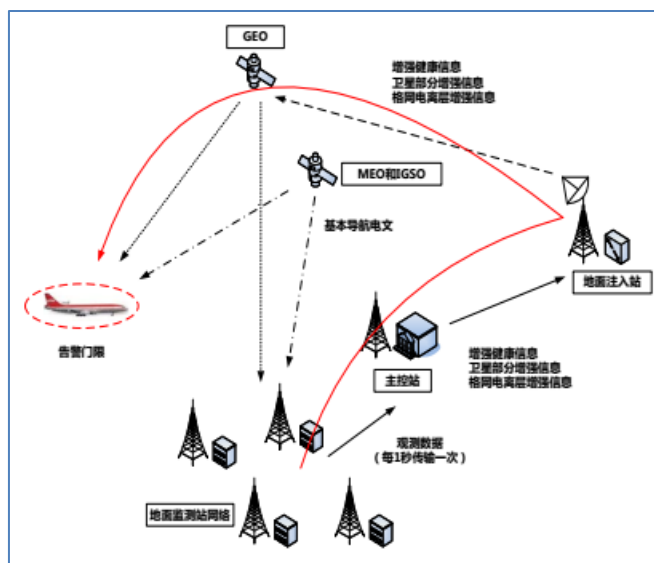
تکمیل فاز اول ساخت سیستم مکمل زمینی شامل:

- ۱۵۰ ایستگاه مرجع
- ۱۲۰۰ ایستگاه شبکه با چگالی بالا
- مرکز ملی پردازش داده‌ها
- ۶ مرکز پردازش داده صنعتی
- پایانه‌های کاربری

ایجاد ظرفیت خدمات پایه، انتشار استانداردهای کاربری خدمات و فایل‌های کنترلی و تعهد به خدمات موقعیت‌یابی در سطح متر و زیر متر.

۲-۱-۴ ساخت سیستم مکمل فضاپایه به طور همه جانبه ادامه دارد

انجام طراحی، ساخت و تست سیستم مکمل فضاپایه بی-دو-۳ بر اساس استانداردهای ICAO. در حال حاضر برنامه اجرایی سیستم ارائه شده که باعث تحکیم وضعیت فنی سیستم و تقویت BDSBAS به عنوان ارائه‌دهنده خدمات مکمل ماهواره‌ای می‌شود.



۵-۱-۲ توسعه مستمر سیستم رصد و ارزیابی GNSS بین‌المللی

۸ ایستگاه رصد داخلی و ۱۵ ایستگاه رصد خارجی با قابلیت‌های رصد و ارزیابی GPS, GLONASS, Beidou, Galileo ساخته شده‌اند. این سیستم در APSCO، «پروژه آزمایشی مشترک IGMA-IGS» و «همکاری رصد و ارزیابی چین و روسیه» پیشرفت چشمگیری داشته و نقش مهمی را در کارکرد پایدار سیستم BeiDou-2 و همچنین ساخت سیستم جهانی BeiDou-3 ایفا می‌نماید.



۶-۱-۲ سیستم یکپارچه ملی PNT در نقاط مختلف در حال ساخت می‌باشد.

نمایش سیستم یکپارچه ملی PNT (موقعیت‌یابی، ناوبری و زمان‌سنجی) برای توسعه فناوری‌های کلیدی و یکپارچه در اعماق فضا یا مکان‌های سرپوشیده روی زمین و یا زیر آب ادامه دارد.



یا مکان‌های سرپوشیده روی زمین و یا زیر آب ادامه دارد. XPNV-1 با موفقیت پرتاب شده و آزمایشات مداری مانند مشاهده ستاره نوترونی «تپنده خرچنگ» بر روی آن انجام گرفته است. داده‌های دریافت شده از این مشاهدات برای تحقیقات دانشگاهی و توسعه فناوری ناوبری تپاختر، بر روی شبکه بی‌دو در دسترس هستند. (www.BeiDou.gov.cn/xpnavdata.rar)

۲-۲-۱ ترویج کاربرد

۱-۲-۲ خدمات سفارشی توسط محصولات اساسی

محصولات اساسی بی‌دو به استقلال و قابلیت کنترل دست یافته‌اند و تقریباً در سطح بین‌المللی هستند. سیستم بی‌دو با همکاری مشترک زیست محیطی غول‌های صنعتی و با بررسی نیازهای کاربران و صنعت، مزیت‌هایی را در بخش کالا و خدمات ارائه می‌کند.



با تولید اولین ریزتراشه موقعیت‌یابی سریع در سطح متر که در داخل چین توسعه داده شده، کاربرد سیستم بی‌دو وارد عصر موقعیت‌یابی در سطح متر شده است.

تا آوریل ۲۰۱۷ حجم فروش ریزتراشه‌های ناوبری بی‌دو به ۳۰ میلیون قطعه رسید. همچنین بردهای با دقت بالا به میزان ۳۰ درصد و آنتن‌های ناوبری ۹۰٪ از سهم بازار را در اختیار دارند. این محصولات، به بازار ۷۰ کشور و منطقه مختلف صادر می‌شوند.

۲-۲-۲ کاربردها در زمینه‌های مختلف یکپارچه شده‌اند

از سال ۲۰۱۶ کاربردهای بی‌دو در طیف وسیعی از صنایع مانند کشاورزی، جنگل‌بانی، ماهیگیری، تجهیزات پلیس و مقابله با بحران پیشرفت‌های زیادی داشته‌اند.



کاربردهای بی‌دو در صنعت توزیع برق توجه سهامداران را به خود جلب نموده است. با ارسال اطلاعات از طریق قابلیت ارتباطات پیام کوتاه بی‌دو مشکلات شبکه زمینی برطرف شده که مدل خوبی برای دریافت اطلاعات الکتریکی در مناطق دورافتاده بدون پوشش مخابراتی است.

بیش از ۴ میلیون خودروی تجاری، دستگاه‌های گیرنده بی‌دو را نصب کرده‌اند که بزرگترین سیستم رصد پویای وسایل نقلیه تجاری در دنیاست. این سیستم علاوه بر افزایش کارایی رصد خودروهای تجاری، ایمنی حمل و نقل جاده‌ای را نیز افزایش می‌دهد.

بر اساس آمار منتشر شده توسط وزارت حمل و نقل چین، در سال ۲۰۱۶، تعداد تصادفات بزرگ و تلفات، هر کدام حدود ۵۰٪ کاهش داشته است.

۲-۲-۳ خدمات دقیق بی‌دو شکل کاربردهای صنعتی را متحول می‌کند

با پشتیبانی فناوری موقعیت‌یابی دقیق بی‌دو، مشکلات موجود در تعیین موقعیت دوچرخه‌ها، تعیین پارک غیرمجاز و مدیریت دوچرخه‌ها حل خواهد شد. بی‌دو ارتباط بین انسان و دوچرخه را یکپارچه و هوشمند می‌کند.

- دوچرخه اشتراکی bluegogo با استفاده از فناوری بی‌دو به قابلیت موقعیت‌یابی دقیق مجهز شده است.
- Mobike با سیستم‌های سه گانه موقعیت‌یابی GPS، BEIDOU و GIONASS سازگار شده است.
- ofo با هدف مدیریت دوچرخه‌ها بر مبنای فناوری BeiDou Smart Lock جهت وضع استانداردهای جدید فناوری‌های موقعیت‌یابی در صنعت کرایه دوچرخه، ارتباطات استراتژیکی را با بی‌دو برقرار کرده است.

شرکت Qianxun Spatial Intelligence توسعه‌دهنده FindNow است که اولین سیستم شتاب‌دهنده موقعیت‌یابی کمکی سازگار با (A-BeiDou) AssistBeiDou می‌باشد. FindNow می‌تواند به دقت موقعیت‌یابی در حد سانتی‌متر و زمان دریافت ۳ ثانیه دست یابد. این شتاب‌دهنده، هم‌اکنون توسط ۴۰ میلیون کاربر در ۲۰۰ کشور دنیا به کار گرفته می‌شود.

بی‌دو در زمینه‌های مختلفی در خارج از مرزهای چین به یکپارچگی در خدمات دست یافته که این خدمات در بیش از ۱۰ سناریوی مختلف مانند کمک به رانندگی، کشاورزی دقیق، آموزش رانندگی و آزمون گواهینامه، رصد شیب‌ها و مدیریت هوشمند دارایی‌ها به کار می‌روند. امروزه زنجیره صنایع یکپارچه شده با بی‌دو در حال ظهور هستند که از خدمات زمانی و مکانی این سیستم استفاده می‌کنند.

تا سال ۲۰۲۰ صنعت ناوبری ماهواره‌ای در چین از مرز ۴۰۰ میلیارد یوان (۶۱ میلیارد دلار) خواهد گذشت که از این میزان، سیستم بی‌دو بین ۲۴۰ تا ۳۲۰ میلیارد یوان را در بر می‌گیرد.



۲-۲-۴ توسعه صنعتی سازی



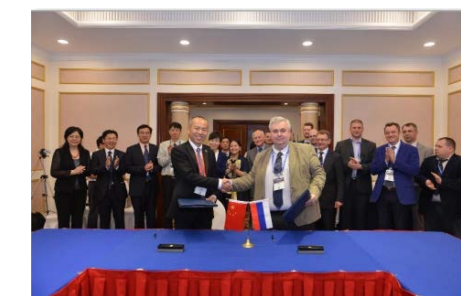
دولت چین اهمیت زیادی برای سیستم بی دو قائل است. بخش های مختلف دولتی مانند وزارت راه، سیاست هایی را برای پشتیبانی از کاربردهای بی دو و توسعه صنعت با کمک دولت وضع نموده اند. تحقیقات و پیش نویس قوانین مربوط به ناوبری ماهواره ای در چین آغاز شده و به زودی منتشر می گردد.

۲-۳ همکاری بین المللی

۲-۳-۱: هماهنگی با دیگر سیستم های موقعیت یابی بین المللی:

الف) همکاری بین چین و روسیه:

۷ پروژه همکاری از جمله «پلتفرم خدمات رصد و ارزیابی ماهواره های ناوبری چینی-روسی»، «نمایش مشترک وسایل نقلیه برون مرزی مبتنی بر بی دو و گلوناس» و «مرکز طراحی مشترک ریزتراشه های ناوبری چینی-روسی» راه اندازی شده اند.



در آینده، این دو کشور در مورد سیستم های مکمل ماهواره ای و آموزش نیروی متخصص در زمینه ناوبری ماهواره ای نیز همکاری خواهند داشت.

ب) همکاری بین چین و آمریکا:

طی دو دیداری که بین گروه های کاری این دو کشور برگزار شده، مباحث سازگاری و قابلیت همکاری سیستم های ناوبری مورد بحث قرار گرفته است. ترویج همکاری در زمینه کاربردهای سیستم مکمل در هوانوردی، کاربردهای تجاری و رصد و ارزیابی های مربوطه.



ج) همکاری بین چین و اتحادیه اروپا:

هماهنگی فرکانسی بین بی دو و گالیله انجام شده و مذاکراتی درباره مکانیزم همکاری دو سیستم، خصوصاً در مباحث سازگاری و قابلیت همکاری صورت گرفته است.

۲-۳-۲: شرکت در فعالیتهای سازمان بین المللی ناوبری ماهواره ای

ICG-11, ITU, SBAS IWG-30, Munich Satellite Navigation Summit, Moscow SatNav Forum and ION's Pacific PNT Conference

جهت حمایت از تبادلات علمی، تاکنون ۸ دوره از کنفرانس ناوبری ماهواره ای چین برپا شده که هشتمین دوره آن امسال در شهر شانگهای و با حضور ۳۰۰۰ نفر برگزار شد.



۲-۳-۳: ترویج همکاری در کاربردها

در آغاز سال جاری، گروهی از UNOOSA برای بازرسی مراحل ساخت بی‌دو به چین آمدند و پیشرفت‌ها و موفقیت‌های این سیستم را تایید نمودند.

به تازگی اولین فوروم همکاری بین چین و کشورهای عربی با حضور بیش از ۸۰ نماینده از ۲۱ کشور عربی برای تبادل گزارشات با طرف چینی و ترویج همکاری‌های چینی-عربی برگزار شد.



۲-۳-۴: یکپارچه شدن با استانداردهای بین‌المللی

با توجه به اینکه سیستم بی‌دو در سال گذشته توسط سازمان بین‌المللی دریایی به رسمیت شناخته شده، این سیستم پیشرفت‌های خوبی را در استانداردهای این سازمان به دست آورده است. در ماه مارس سال جاری، استاندارد گیرنده‌های دریایی چندسیستمی سازگار با جی‌پی‌اس، بی‌دو و گلوناس مورد تایید قرار گرفت. در عین حال سیستم بی‌دو در دستورالعمل PNT کاربردهای دریایی وارد شده است.

در زمینه استانداردهای ارتباطات سیار بین‌المللی، سیستم بی‌دو یکی از سیستم‌های مورد تایید استانداردهای بین‌المللی ارتباطات سیار است. اکنون ۲۶ استاندارد بین‌المللی درباره سیستم بی‌دو تنظیم شده و با حمایت استانداردهای مربوط به ارتباطات سیار، نفوذ بی‌دو در حوزه ارتباطات موبایل در چین به ۲۵٪ رسیده است.



۳. برنامه‌های آینده نزدیک

۳-۱: ساخت سیستم

۳-۱-۱: ارتقای مداوم پایداری و دقت و پرتاب دو ماهواره پشتیبانی BeiDou-2 در سال ۲۰۱۸ برای تضمین کارایی خدمات منطقه‌ای

۳-۱-۲: تحقیق و توسعه و ساخت سیستم بی‌دو-۳

۶ تا ۸ ماهواره MEO از مجموعه بی‌دو-۳ در سال ۲۰۱۷ به فضا پرتاب خواهد شد.

۱۰ ماهواره MEO و ۱ ماهواره زمین-آهنگ (GEO) از مجموعه بی‌دو-۳ در سال ۲۰۱۸ به فضا پرتاب خواهد شد.

۶ ماهواره MEO و ۳ ماهواره IGSO و ۲ ماهواره زمین-آهنگ از مجموعه بی‌دو-۳ از سال ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۰ به فضا ارسال می‌شوند.

انتشار نسخه آزمایشی مدارک ICD برای سیگنال‌های B1C و B2a در سال ۲۰۱۷ و انتشار نسخه رسمی در اوایل سال ۲۰۱۸.

سیستم بی‌دو کارکرد پایدار و مستمر و ارتقاء دائم کارایی سرویس را با رعایت استانداردها ضمانت نموده و به مرور، سیستم را به ظرفیت جهانی خواهد رساند.

۳-۱-۳: تکمیل ساخت فاز دوم سیستم مکمل زمینی بی‌دو در سال ۲۰۱۸، با دقت متر و دسی‌متر برای بخش‌های بزرگ کشور و دقت سانتی‌متر برای بخش‌های دارای چگالی بالا و اصلاح در سطح میلی‌متر برای خدمات پس از پردازش.

۳-۱-۴: در سال ۲۰۱۸ اولین ماهواره زمین-آهنگ BDSBAS در فاز یکپارچه‌سازی و تست خواهد بود. در سال ۲۰۱۹ ساخت شبکه رصد زمینی مربوطه ارتقا می‌یابد.

در سال ۲۰۲۰ پرتاب دو ماهواره زمین-آهنگ انجام شده و ظرفیت اولیه خدمات سیستم مکمل ماهواره برای پوشش چین و مناطق اطراف شکل می‌گیرد.

۳-۱-۵: سیستم PNT، پوشش کامل، ایمن و موثر تا سال ۲۰۳۰

پیشبرد خدمات زمانی و مکانی ملی، رفع نیازهای اقتصاد ملی و بخش‌های امنیتی و ارائه خدمات با کیفیت به کاربران بین‌المللی.

۳-۲: ترویج کاربردها

۳-۲-۱: تحقیق و توسعه و صنعتی سازی نسل جدید محصولات اساسی BDS/GNSS، بهبود کارایی خدمات و مصرف انرژی، طراحی فشرده و هزینه‌ها برای ترویج کاربردها تا یکصد میلیون واحد.

۳-۲-۲: ورود GNSS به فرایند یکپارچه‌سازی بین صنعتی‌سازی و کاربردهای IT، ترکیب GNSS با استراتژی‌های ملی مانند کمربند جاده ابریشم، یکپارچه‌سازی پکن-تیانجین-هیبی و کمربند اقتصادی رود یانگ‌تسه.

۳-۲-۳: شتابدهی به تنظیم قوانین ناوبری ماهواره‌ای چین، تکمیل قوانین داخلی و ارتقای سالم این صنعت

۳-۲-۴: ایجاد محیط خدمات و کاربردهای بی‌دو، ترویج نوآوری کاربردهای بی‌دو بر مبنای همگرایی شبکه، جمع‌آوری داده، هماهنگی ترمینال‌ها و جذب سرمایه



۳-۳: همکاری بین‌المللی

۳-۳-۱: ترویج همکاری و تبادل بین تامین‌کنندگان سیستم ناوبری ماهواره‌ای از کشورهای آمریکا، روسیه، اتحادیه اروپا و... تقویت همکاری دوطرفه، به عنوان مثال در زمینه‌های سازگاری، قابلیت همکاری، رصد و ارزیابی، SBAS و کاربردها.

۳-۳-۲: ادامه هماهنگی بین‌المللی در پلتفرم سازمان‌های جهانی مانند ICG, ITU, ICAO و IMO برای سرعت‌بخشی به جهانی شدن سیستم بی‌دو و تحقق مسئولیت‌های قدرت جهانی.

۳-۳-۳: ترویج جهانی‌سازی سیستم بی‌دو با استفاده از کمربند اقتصادی جاده ابریشم و جاده ابریشم دریایی قرن ۲۱ به عنوان تکیه‌گاه و ارائه خدمات در این مناطق.

