



طرح توسعه تولید هوشمند  
در چهاردهمین برنامه پنج ساله توسعه چین  
(۲۰۲۱ الی ۲۰۲۵)



الله اعلم

## پیشگفتار:

به منظور تسریع در توسعه صنعت تولید هوشمند، وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین در همکاری با ادارات مربوطه، "طرح توسعه تولید هوشمند در چهاردهمین برنامه پنج ساله توسعه چین (۲۰۲۱ الی ۲۰۲۵)" (پیش نویس جهت دریافت نظرات) را تهیه و منتشر نموده و تا ۱۳ ماه می ۲۰۲۱ به مردم فرصت داده است نظرات خود را اعلام نمایند.

سند مذکور که در ماه مارس ۲۰۲۱ به زبان چینی منتشر شده است، با همکاری مشترک گروه مطالعاتی دیده بان فناوری و موسسه پویندگان توسعه فناوری و نوآوری ایرانیان ترجمه و تدوین گردیده و امید است مورد استفاده صاحب نظران و تحلیلگران این حوزه قرار گیرد.



**طرح توسعه تولید هوشمند  
در چهاردهمین برنامه پنج ساله  
توسعه چین (۲۰۲۱ الی ۲۰۲۵)**

**(نسخه پیش نویس برای دریافت نظرات)**

**مارس ۲۰۲۱**



# فهرست

۷	مقدمه
۱۱	<b>الف. وضعیت و جایگاه</b>
۱۷	<b>ب. ایده کلی</b>
۱۸	(۱) خطمشی اصلی
۱۸	(۲) دستورالعمل‌های کلی
۱۹	(۳) مسیر توسعه
۲۳	<b>پ. وظیفه اصلی</b>
	(۱) تسریع در نوآوری سیستمی و تقویت محرک‌های جدید توسعه
۲۵	یکپارچه
۲۵	الف) گسترش تحقیقات مربوط به فناوری‌های کلیدی
۲۵	ب) تسریع دستیابی به دستاوردهای فناوری ادغام سیستم
۲۵	پ) سرعت بخشیدن به ساخت شبکه نوآوری
	(۲) گسترش کاربردهای تولید هوشمند و گشایش مسیرهای جدید
۲۷	جهت ایجاد تحول و تعالی
۲۷	الف) توسعه کارخانه‌های نمایشی (آزمایشی) تولید هوشمند
۲۹	ب) تسریع روند توسعه دیجیتال‌سازی و شبکه‌سازی صنعت
۳۲	پ) ارتقای تحول دیجیتالی در صنعت تولید در سطح منطقه

### ۳) رسیدن به خودکفایی در تولید و گسترش مزایای سیستم‌های

۳۲

صنعتی

۳۲

الف) توسعه تجهیزات تولید هوشمند

۳۵

ب) همکاری مشترک برای تولید نرم‌افزارهای صنعتی

۳۷

پ) تأکید بر ایجاد راه‌حل‌های سیستمی

۳۷

### ۴) تضمین حمایت از تولید هوشمند

۳۷

الف) پیشبرد قابل توجه استانداردسازی

۳۹

ب) بهبود زیرساخت‌های اطلاعات پایه

۳۹

پ) تقویت امنیت

۴۳

### ت. اقدامات حمایتی

۴۴

۱) تقویت برنامه‌ریزی و هماهنگی کلی

۴۴

۲) افزایش حمایت‌های مالی، مالیاتی و سرمایه‌ای

۴۵

۳) افزایش حمایت از استعداد‌های برتر

۴۵

۴) بهبود خدمات عمومی

۴۶

۵) گسترش همکاری‌های باز

### ث. سازماندهی و اجرای طرح توسعه تولید هوشمند در

چهاردهمین برنامه پنج‌ساله توسعه چین (۲۰۲۱ الی ۲۰۲۵)

۴۹

۵۵

جمع‌بندی

۵۸

منبع





مقدمه

تولید هوشمند مبتنی بر ادغام عمیق نسل جدید فناوری اطلاعات و فناوری‌های پیشرفته در حوزه تولید است که تمام ابعاد تولید-طراحی، تولید، مدیریت و خدمات-را شامل می‌شود و با ویژگی‌هایی نظیر درک خودکار، تصمیم‌گیری خودکار، اجرای خودکار دستورات، خودسازگاری و خودآموزی شناخته می‌شود. روش‌های پیشرفته تولید به بهبود کیفیت تولید، افزایش کارایی و تقویت رقابت در این صنعت منتهی می‌شوند. چین به دنبال آن است که به یکی از قدرتهای مهم دنیا در حوزه تولید هوشمند تبدیل شود. به‌طور کلی، جایگاه آتی چین در حوزه تولید هوشمند منوط به سطح توسعه‌یافتگی آن در این حوزه است که نقش مهمی در تسریع روند توسعه سامانه‌های نوین صنعتی، تحکیم و تقویت بنیان اقتصاد، ایجاد الگوی توسعه جدید و اجرای برنامه ساخت چین دیجیتال<sup>۱</sup> ایفا می‌کند. تحقق چهاردهمین برنامه توسعه پنج ساله چین با محوریت سندهای «توسعه ملی اقتصادی و اجتماعی جمهوری خلق چین و طرح کلان چشم‌انداز ۲۰۳۵»<sup>۲</sup> (اهداف بلندمدت) و «چهاردهمین برنامه پنج ساله برای توسعه مؤثر صنعت تولید»<sup>۳</sup> امکان تسریع روند توسعه و تدوین برنامه‌های کارآمد در حوزه تولید هوشمند را میسر می‌سازد.

---

1. Digital China

2. The Fourteenth Five-Year Plan for the National Economic and Social Development of the People's Republic of China and the Outline of Vision 2035 )Long-Term Goals(

3. The 14th Five-Year Plan for the High-quality Development of Manufacturing Industry







الف. وضعیت و جایگاه

چین با انجام اقدامات متعدد طی سیزدهمین برنامه توسعه پنج ساله خود (به‌عنوان مثال، اجرای طرح‌های آزمایشی، پرورش ارائه‌دهندگان راه‌حل‌های سیستمی و ساخت سامانه استاندارد) توانسته است سطح شبکه‌سازی دیجیتال و هوش دیجیتال در صنعت تولید کشور را به‌طور قابل‌توجهی بهبود بخشد و در نتیجه، امکان هماهنگی نزدیک بین دولت‌های مرکزی و محلی و حزب را فراهم آورد. در واقع، دولت چین با اتخاذ الگویی مناسب موفق به پیشبرد روند توسعه کشور خود شده است. بهبود مستمر ظرفیت عرضه، افزایش بیش از ۵۰ درصدی نرخ رضایت از بازار داخلی تجهیزات تولید هوشمند و حضور ۴۳ ارائه‌کننده راه‌حل‌های سیستمی با درآمد اصلی بیش از ۱ میلیارد یوان در چین مصداق این مسأله است. به‌علاوه، چین موفق به بهبود تدریجی سامانه‌های پشتیبان، ایجاد سیستم استاندارد پیشرفته بین‌المللی، صدور ۲۸۵ استاندارد ملی و تدوین ۲۸ استاندارد بین‌المللی و همچنین توسعه بیش از ۷۰ بستر اینترنت صنعتی (با نفوذ خاص) شده است. به‌طور کلی، ترویج و گسترش کاربردهای تولید هوشمند نتایج قابل‌توجهی را برای چین رقم زده است که به‌عنوان نمونه می‌توان به افزایش ۴۵ درصدی میانگین بازده تولید طرح‌های آزمایشی، کاهش ۳۵ درصدی چرخه توسعه محصول و کاهش ۳۵ درصدی میانگین نرخ تولید محصولات معیوب اشاره کرد. تولید هوشمند فرآیندمحور<sup>۱</sup>، تولید شبکه‌ای مشارکتی<sup>۲</sup>، ایجاد مدل‌های نوین مقیاس‌گسترده و قالب‌های جدید مانند شخصی‌سازی، خدمات راه‌اندازی و نگهداری از راه دور<sup>۳</sup> و غیره از دیگر دستاوردهای چین در این حوزه است.

همگام با تحولات روزافزون علم و فناوری و اصلاحات صنعتی در سراسر جهان،

1. Process-Based Intelligent Manufacturing
2. Network Collaborative Manufacturing
3. Remote Operation and Maintenance Services

نسل جدید فناوری‌ها از جمله فناوری اطلاعات، فناوری زیستی، فناوری مواد نوین، فناوری انرژی‌های نو نیز در حال شکوفایی هستند و با ادغام آن‌ها در فناوری تولید هوشمند می‌توان فرصت‌های چشمگیری جهت توسعه پیشرفته، هوشمند و سبز در کشور فراهم نمود. با توجه به پیچیدگی فزاینده شرایط کنونی در سطح بین‌المللی و تشدید رقابت‌های جهانی در عرصه فناوری و صنعت، تعاملات راهبردی قدرت‌های بزرگ عمدتاً بر صنعت تولید متمرکز است. **راهبردهای توسعه در کشورهای مختلف نظیر «راهبرد رهبری در تولید پیشرفته»<sup>۱</sup> در ایالات متحده، «راهبرد ملی صنعتی ۲۰۳۰»<sup>۲</sup> در آلمان، «جامعه ۵»<sup>۳</sup> در ژاپن، «صنعت ۵»<sup>۴</sup> در اتحادیه اروپا بر احیای مجدد صنعت تولید و تولید هوشمند متمرکز هستند.** به بیان دقیق‌تر، کشورهای مختلف با اتخاذ این راهبردها سعی دارند قله‌های فرماندهی عصر جدید رقابت‌های جهانی در عرصه صنعت تولید را فتح کنند. در حال حاضر، کشور چین توانسته است هدف مبنی بر تولید باکیفیت را محقق سازد و در دوره حساس گذار توسعه‌ای، بهینه‌سازی ساختار اقتصادی و رشد با سرعت متغیر به سر می‌برد. با این حال، چین همچنان با مشکلات متعددی نظیر عدم تطابق عرضه و تقاضا در صنعت تولید، عدم ثبات در زنجیره تأمین زنجیره صنعتی و محدودیت روزافزون در منابع و عوامل محیطی مواجه است. چین در یک مقطع تاریخی و حساس در عصر جدید انقلاب فناوری، تحولات صنعتی و توسعه شتابان اقتصادی قرار دارد و بدون تردید باید نسبت به به‌روزرسانی و بهینه‌سازی تحولات صنعت و ارتقای قابل توجه الگوهای فعلی صنعت تولید و ساختار کسب‌وکارها با تأکید بر تولید هوشمند اهتمام ورزد. به‌طور کلی، «نوآوری» به «انقلاب» ختم می‌شود.

1. Advanced Manufacturing Leadership Strategy
2. National Industrial Strategy 2030
3. Society 5.0
4. Industry 5.0

■ طرح توسعه تولید هوشمند در چهاردهمین برنامه پنج ساله توسعه چین (۲۰۲۱ الی ۲۰۲۵)

نوآوری امکان بهبود کیفیت، کارایی و منفعت، کاهش مصرف منابع طبیعی و منابع انرژی و رفع انسداد زنجیره تامین زنجیره صنعتی را فراهم می‌آورد. نوآوری همچنین به کاهش تولید کربن و خنثی‌سازی کربن کمک می‌کند و سبب ارتقای صنعت تولید می‌شود. در نهایت، کشورها با اتخاذ نوآوری به سمت بخش‌های میانی و بالایی زنجیره ارزش جهانی سوق پیدا می‌کنند.

### اینفوگراف: مصداق‌های پیشبرد روند توسعه در کشور چین

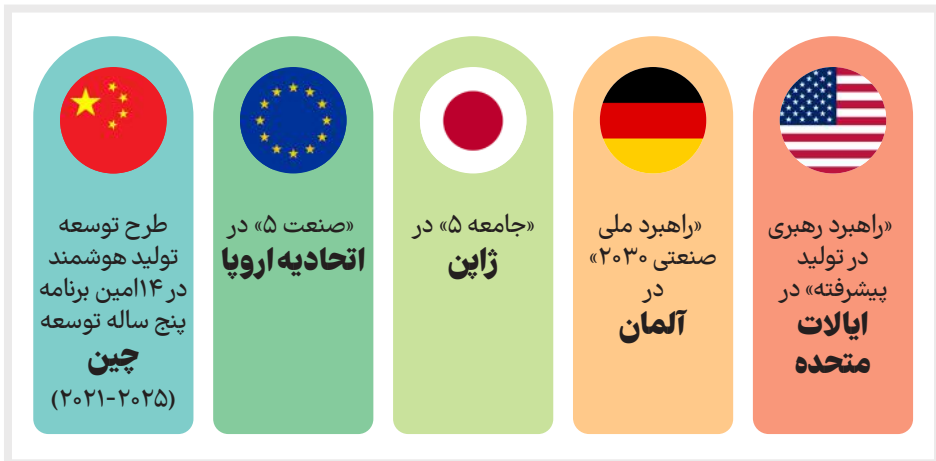




## اینفوگراف ۲: دستاوردهای ترویج و گسترش کاربردهای تولید هوشمند در چین



## اینفوگراف ۳: راهبردهای توسعه در کشورهای مختلف با تمرکز بر احیای مجدد صنعت تولید و تولید هوشمند







**ب. ایده کلی**

## ۱) خط‌مشی اصلی

اجرای کامل مصوبات نوزدهمین کنگره ملی حزب کمونیست چین و جلسات عمومی دوم، سوم، چهارم و پنجم کنگره ملی نوزدهم حزب کمونیست براساس رهنمودهای مربوط به «سوسیالیسم با ویژگی‌های چینی در عصر جدید» و همچنین ترسیم و اجرای یک طرح توسعه جدید با توجه به شرایط فعلی الزامی است. به‌طور کلی، چین با انجام اقدامات متعدد نظیر تعمیق اصلاحات و بازکردن درب‌های کشور بر روی دنیا، انجام هماهنگی‌های لازم در زمینه توسعه امنیت، ادغام عمیق نسل جدید فناوری‌های اطلاعات و فناوری‌های پیشرفته تولید به‌عنوان مسیر اصلی توسعه، تمرکز بر بهبود نوآوری، عرضه، قابلیت‌های پشتیبانی و سطح کاربردها، تسریع روند توسعه تولید هوشمند و ارتقای دیجیتال‌سازی و هوشمندسازی در صنعت تولید می‌تواند هدف مبنی بر تولید باکیفیت را تحقق بخشد. این امر نیز به نوبه خود روند ظهور یک قدرت تولیدی و مزایای جدید در عرصه رقابت بین‌المللی را تسریع می‌بخشد.

## ۲) دستورالعمل‌های کلی

پایبندی به رهبری بازار؛ اذعان به نقش تعیین‌کننده بازار در تخصیص منابع؛ و تقویت جایگاه غالب بنگاه‌ها در توسعه تولید هوشمند به‌عنوان دستورالعمل کلی به شمار می‌آیند. در راستای ایجاد یک فضای مناسب و بهره‌گیری از قدرت درون‌زای بازیگران مختلف بازار، دولت باید در حوزه‌های متعدد نظیر برنامه‌ریزی و هدایت راهبردی، تدوین استاندارد و قوانین و ارائه خدمات عمومی از اختیار کامل برخوردار باشد.

**تأکید بر محوریت نوآوری:** تمرکز بر خودکفایی در حوزه فناوری به‌عنوان یک پشتوانه راهبردی برای توسعه تولید هوشمند؛ تقویت کاربرد تحقیقات نوآورانه مشترک صنعت

و دانشگاه؛ تلاش برای دستیابی به دستاوردهای چشمگیر در فناوری‌های کلیدی و فناوری‌های ادغام سیستم؛ حمایت از شرکت‌ها، دانشگاه‌ها، موسسات تحقیقات علمی و غیره برای تشکیل انجمن‌های (کنسرسیوم) نوآوری؛ و توسعه فناوری، مهارت‌های صنعتی<sup>۱</sup>، تجهیزات، نرم‌افزار، مدیریت و مدل‌های نوآوری.

### **توسعه یکپارچه شرکت‌های بزرگ و شرکت‌های کوچک و متوسط: تقویت**

همکاری‌های میان‌رشته‌ای و بین‌حوزه‌ای و ارتقای ادغام عمیق نسل جدید فناوری‌های اطلاعات و فناوری‌های پیشرفته تولید؛ اذعان به نقش هدایت‌گر شرکت‌های پیشگام؛ ارتقای ارتباط عمیق و پاسخ مشارکتی به زنجیره تأمین زنجیره صنعتی؛ حمایت از ارتقای دیجیتال‌سازی و هوشمندسازی هماهنگ در شرکت‌های بالادستی و پایین‌دستی؛ و توسعه یکپارچه شرکت‌های بزرگ و شرکت‌های کوچک و متوسط.

### **بهبود سیستمی: تمرکز بر الزامات جدید عصر نوین و در نظر گرفتن تفاوت‌های**

توسعه منطقه‌ای و صنعتی؛ تقویت تفکر آینده‌نگرانه؛ برنامه‌ریزی کلان؛ تهیه طرح‌های راهبردی و پیشرفت کلان؛ ترویج مثبت‌گرایی در میان مناطق، صنایع و کسب‌وکارها؛ و ارتقای توسعه نوآوری در تولید هوشمند براساس یک سیستم سلسله‌مراتبی.

## **۳) مسیر توسعه**



ترویج تولید هوشمند مستلزم استقرار زیرساخت‌های تولید و بررسی دقیق ویژگی‌های هوشمند است. به‌علاوه، فناوری و تجهیزات را باید به‌عنوان هسته اصلی در نظر گرفت و داده‌ها را باید به‌عنوان مبنا قرار داد. به‌طور کلی، یک سیستم تولید هوشمند یکپارچه، مجازی/واقعی، دانش‌محور، بهینه، پویا، ایمن و کارآمد باید با تکیه بر عواملی مانند واحدهای تولیدی، کارگاه‌ها، کارخانه‌ها، زنجیره‌های تأمین و

1. Craft, Industrial Arts

خوشه‌های صنعتی ایجاد شود. صنعت تولید هوشمند به‌عنوان یک سیستم مهندسی که به توسعه و تکامل پیوسته خود ادامه می‌دهد به ثبات بلندمدت و اجرای گام به گام نیاز دارد. تا سال ۲۰۲۵، کسب‌وکارهای تولیدی با مقیاس بزرگ‌تر از اندازه موردنظر تا حدی موفق به ترویج دیجیتال‌سازی خواهند شد و کسب‌وکارهای اصلی در صنایع کلیدی نیز تا حدی به هوشمندسازی روی خواهند آورد. تا سال ۲۰۳۵، کسب‌وکارهای تولیدی با مقیاس بزرگ‌تر از اندازه موردنظر به‌طور کامل موفق به ترویج دیجیتال‌سازی خواهند شد و کسب‌وکارهای اصلی در صنایع کلیدی نیز به‌طور کامل هوشمندسازی را تحقق خواهند بخشید. **به‌طور کلی، چین باید تا سال ۲۰۲۵ اهداف خاصی به‌شرح زیر عملی نماید:**

● **حصول نتایج چشمگیر از تحول و تعالی (به‌روزرسانی):** بیش از ۵۰ درصد از کسب‌وکارهای تولیدی با مقیاس بزرگ‌تر از اندازه موردنظر باید در زمینه قابلیت‌های تولید هوشمند دارای بلوغ سطح ۲ یا بالاتر باشند و بیش از ۲۰ درصد از صنایع کلیدی و ۱۵ درصد از حوزه‌های کلیدی در کسب‌وکارها باید دارای سطح بلوغ ۳ به بالا باشند. به‌علاوه، بازده تولید، بازده محصول و میزان استفاده از منابع انرژی در کسب‌وکارهای تولیدی باید بهبود قابل‌توجهی یابند.

● **افزایش قابل‌توجه ظرفیت عرضه:** سطح فنی تجهیزات تولید هوشمند و نرم‌افزارهای صنعتی و قدرت رقابت‌پذیری آن‌ها در بازار و همچنین میزان رضایت از بازار داخلی باید به‌طور قابل‌توجهی بهبود یابند و به ترتیب به بیش از ۷۰ و ۵۰ درصد برسند. تعداد ارائه‌دهندگان راه‌حل سیستمی با درآمد اصلی بیش از ۵ میلیارد یوان نیز باید به ۱۰ مورد برسد.

■ ب. ایده کلی

• **زیرساخت‌های پشتیبانی کلیدی باید بیش از پیش تقویت شوند.** ایجاد تعدادی کسب‌وکار نوآور، راه‌اندازی سیستم عامل خدمات عمومی، ایجاد یک شبکه خدمات، تدوین و اصلاح بیش از ۲۰۰ استاندارد ملی و صنعتی و ایجاد بیش از ۱۲۰ بستر اینترنت صنعتی بانفوذ در صنعت و منطقه از جمله اقدامات موردنظر در حوزه تولید هوشمند به شمار می‌آیند.

#### اینفوگراف ۴: دستورالعمل‌های کلی طرح توسعه تولید هوشمند









پ. وظیفہ اصلی

## اینفوگراف ۵: وظایف اصلی

 <p>۴ تضمین حمایت از تولید هوشمند</p>	 <p>۳ رسیدن به خودکفایی در تولید و گسترش مزایای سیستم‌های صنعتی</p>	 <p>۲ گسترش کاربردهای تولید هوشمند و گشایش مسیرهای جدید جهت ایجاد تحول و تعالی</p>	 <p>۱ تسریع در نوآوری سیستمی و تقویت محرک‌های جدید توسعه یکپارچه</p>
<p>(الف) پیشبرد قابل توجه استانداردهای</p>	<p>(الف) توسعه تجهیزات تولید هوشمند</p>	<p>(الف) توسعه کارخانه‌های نمایشی (آزمایشی) تولید هوشمند</p>	<p>(الف) گسترش تحقیقات مربوط به فناوری‌های کلیدی</p>
<p>(ب) بهبود زیرساخت‌های اطلاعات پایه</p>	<p>(ب) همکاری مشترک برای تولید نرم‌افزارهای صنعتی</p>	<p>(ب) تسریع روند توسعه دیجیتال سازی و شبکه سازی صنعت</p>	<p>(ب) تسریع دستیابی به دستاوردهای فناوری ادغام سیستم</p>
<p>(پ) تقویت امنیت</p>	<p>(پ) تأکید بر ایجاد راه‌حل‌های سیستمی</p>	<p>(پ) ارتقای تحول دیجیتالی در صنعت تولید در سطح منطقه</p>	<p>(پ) سرعت بخشیدن به ساخت شبکه نوآوری</p>

## ۱) تسریع در نوآوری سیستمی و تقویت محرک‌های جدید توسعه یکپارچه

تقویت نقش علم و فناوری، ترویج نوآوری یکپارچه میان رشته‌ای و بین رشته‌ای، تأکید بر تقویت فناوری‌های کلیدی و فناوری ادغام سیستم، ایجاد یک شبکه کامل نوآوری و بهبود مستمر کارایی نوآوری.

### الف) گسترش تحقیقات مربوط به فناوری‌های کلیدی

تمرکز بر طراحی، تولید، مدیریت، خدمات و سایر فرآیندهای ساخت؛ شکافتن مرز فناوری‌های کلیدی نظیر شبیه‌سازی طراحی، مدل‌سازی ترکیبی و سایر فناوری‌های بنیادین؛ توسعه کاربرد تولید افزوده، ماشین‌کاری فوق دقیق و سایر فناوری‌های پیشرفته؛ استفاده از درک هوشمند، قابلیت کنترل بالای عملکرد و همکاری انسان و ماشین؛ بهره‌گیری از کنترل دقیق، ادغام زنجیره تامین و سایر فناوری‌های رایج؛ و تحقیق و توسعه در زمینه هوش مصنوعی، نسل پنجم، کلان داده، رایانش لبه‌ای و سایر فناوری‌های قابل استفاده در حوزه‌های صنعتی.

### ب) تسریع دستیابی به دستاوردهای فناوری ادغام سیستم

تأکید بر عوامل متعدد در حوزه تولید نظیر تجهیزات، واحدها، کارگاه‌ها و کارخانه‌ها؛ تامین تجهیزات تولید، فرآیندهای تولید و ایجاد فرهنگ لغت داده و مدل‌های اطلاعاتی مرتبط؛ و توسعه یکپارچه‌سازی داده‌های عمومی برای فرآیندهای تولید و فناوری‌های ارتباطی تجاری کراس پلتفرم (چندسکویی) و بین دامنه‌ای<sup>۱</sup>.

### پ) سرعت بخشیدن به ساخت شبکه نوآوری

تمرکز بر مهارت‌های کلیدی مانند فرآیندها، ماشین ابزارها، دوقلوهای دیجیتال، هوش صنعتی و سایر حوزه‌های کلیدی؛ احداث مجموعه‌ای از مراکز نوآوری تولید؛

1. Cross-Platform and Cross-Domain Business Interconnection Technologies

گسترش تحقیق و توسعه درباره فناوری‌های عام؛ ترویج صنعتی‌سازی؛ ایجاد سازوکار در زمینه نوآوری در تولید هوشمند؛ تسریع روند بهره‌گیری از نتایج نوآورانه تولید هوشمند در سایر حوزه‌ها؛ ایجاد مجموعه‌ای از پلتفرم‌های آزمون و صحت‌گذاری؛ و استفاده از تجهیزات و سیستم‌های تولید هوشمند.

### **کادر ۱: برنامه عملیاتی برای رفع موانع موجود در زمینه تولید هوشمند**

#### **۱. فناوری‌های کلیدی**

طراحی و بهینه‌سازی محصول و شبیه‌سازی کامل فرآیند و فناوری‌های کلیدی مانند مدل‌سازی ترکیبی مبتنی بر سازوکار و داده؛ فناوری‌های پیشرفته فرآیند مانند تولید افزوده، ماشین‌کاری فوق دقیق، شکل‌دهی خاص، تعیین مشخصه‌ها و خصوصیات فیزیکی در سطح مولکولی؛ درک هوشمندانه و چندبعدی از حوزه‌های صنعتی، بهینه‌سازی فرآیند تولید مبتنی بر همکاری انسان و ماشین، دوقلوی دیجیتال، تجهیزات و فرآیند تولید، بررسی دقیق و برخط کیفیت، کنترل دقیق فرآیند تولید، تشخیص و پیش‌بینی عیوب و تعمیر و نگهداری تجهیزات، برنامه‌ریزی جهت تولید پویا در شرایط پیچیده، تصمیم‌گیری هوشمندانه در تمام مراحل تولید و بهینه‌سازی مشترک زنجیره تامین؛ و کاربرد فناوری‌های نوین مانند نسل پنجم، هوش مصنوعی و کلان داده در صنایع معمولی مانند بازرسی کیفیت، کنترل فرآیند، بهینه‌سازی فرآیند، برنامه‌ریزی و زمان‌بندی، بهره‌برداری و نگهداری از تجهیزات، تصمیم‌گیری و مدیریت.

#### **۲. فناوری ادغام سیستم**

فناوری ادغام داده‌ها با قابلیت استفاده مجدد براساس الگوی اطلاعات و رابط (اینترفیس) استاندارد؛ فناوری ارتباط تجاری بین تجهیزات تولید، نرم‌افزار طراحی محصول، نرم‌افزار مدیریت و کنترل، نرم‌افزار مدیریت تجارت و غیره؛ فناوری تعامل دیجیتال و سازمانی شامل سفارش، کیفیت، عملکرد تولید و غیره برای مشارکت در

زنجیره تامین زنجیره صنعتی؛ کاربرد فناوری ابری به صورت منعطف و مشترک برای فضای ابری عمومی، فضای ابری ترکیبی و رایانش ابری؛ فناوری مدل سازی سیستم های پیچیده که کل فرآیند تولید شامل طراحی، تولید، مدیریت و خدمات را پوشش می دهد؛ و تحلیل جریان ارزش مبتنی بر مدل<sup>۱</sup>.

تا سال ۲۰۲۵، دستاوردهای شاخصی در زمینه مجموعه ای از فناوری های کلیدی با حقوق مالکیت فکری مستقل حاصل خواهد شد و با استفاده از فناوری های ادغام سیستم می توان الزامات مربوط به داده های کراس پلتفرم (چندسکوپی) و بین دامنه ای و ادغام کسب و کارها را برطرف نمود.

## ۲) گسترش کاربردهای تولید هوشمند و گشایش مسیرهای جدید



### جهت ایجاد تحول و تعالی

تأکید بر عوامل مورد نیاز در کسب و کارها، مناطق و صنایع جهت ایجاد تحول و تعالی (به روزرسانی)؛ ایجاد سیستم های تولید هوشمند در کارخانه ها، بنگاه ها و زنجیره تامین زنجیره صنعتی؛ توسعه برنامه های کاربردی نمایشی چندسناریویی، تمام زنجیره ای و چندسطحی<sup>۲</sup>؛ و تکثیر مدل ها و الگوهای تجاری جدید در حوزه تولید هوشمند.

### الف) توسعه کارخانه های نمایشی (آزمایشی) تولید هوشمند

تسریع روند ادغام عمیق نسل جدید فناوری های اطلاعات با کل فرآیندهای تولید و تمام عوامل اصلی؛ تأکید بر دستیابی به فناوری های تولید، مهارت های نوآورانه و مهندسی مجدد فرآیند کسب و کار<sup>۳</sup>؛ تحقق ادراک فراگیر<sup>۴</sup>، نفوذ داده ها، ارتباطات

1. Model-Based Value Stream Analysis

2. Multi-Scenario, Full-Chain, and Multi-Level Application Demonstrations

3. Business Process Reengineering

4. Realize Ubiquitous Perception

یکپارچه، همکاری انسان و ماشین و بهینه‌سازی تحلیل‌ها؛ شبکه‌سازی، دیجیتال‌سازی و هوشمندسازی کارخانه‌های نمایشی (آزمایشی)<sup>۱</sup>؛ اجرای دستورالعمل‌های مربوط به کسب‌وکارهای «زنجیره‌ای اصلی»<sup>۲</sup> جهت ایجاد یک پلتفرم همکاری برای زنجیره تامین و هدایت شرکت‌های بالادستی و پایین‌دستی جهت ارتقای هوشمندسازی متوازن؛ ترغیب مناطق و صنایع به پیاده‌سازی برنامه‌های کاربردی چندسناریویی و چندسطحی؛ و پیاده‌سازی طراحی‌های معتبر، تولید مشارکتی شبکه‌ای<sup>۳</sup>، شخصی‌سازی مقیاس گسترده، تعمیر و نگهداری مبتنی بر پیش‌بینی و خدمات نگهداری از راه دور و سایر الگوهای نوین.

### کادر ۲: برنامه عملیاتی برای کارخانه‌های نمایشی (آزمایشی) تولید هوشمند

#### ۱. صحنه هوشمند

استفاده از فناوری‌های نوین مانند دوقلوی دیجیتال، هوش مصنوعی، نسل پنجم، بلاک چین، واقعیت افزوده/ واقعیت مجازی و رایانش لبه‌ای در سناریوهای معمولی، روابط و سطوح مختلف؛ تشکیل مجموعه‌ای از «دوقلوهای دیجیتال+»، «هوش مصنوعی+»، «واقعیت تعمیم‌یافته+» و سایر صحنه‌های هوشمند.

#### ۲. کارگاه هوشمند

ماشین‌کاری سطح (روکش)<sup>۴</sup>، مونتاژ، آزمایش، تدارکات و غیره؛ توسعه مهارت‌ها و نوآوری؛ ارتقای شبکه تجهیزات و اتصال دیجیتال در بخش تولید؛ احداث مجموعه‌ای از کارگاه‌های هوشمند؛ ادغام داده‌های تولید؛ تولید انعطاف‌پذیر و مدیریت هوشمند.

#### ۳. کارخانه هوشمند

حمایت از کسب‌وکارهای واجد شرایط؛ به‌روزرسانی و هوشمندسازی کل فرآیندهای تولید شامل طراحی، تولید، مدیریت و خدمات و غیره؛ احداث مجموعه‌ای از

1. Demonstration Factory
2. Chain Master
3. Network Collaborative Manufacturing
4. Cover Processing (machinery)

کارخانه‌های هوشمند، به اشتراک‌گذاری داده‌ها و داده‌کاوی عمیق<sup>۱</sup> در فعالیتهای کسب‌وکار؛ انجام پیش‌بینی‌های دقیق و بهینه‌سازی فرآیندهای اصلی کسب‌وکار.

#### ۴. زنجیره تامین هوشمند

حمایت از زنجیره تامین هوشمند در صنایعی مانند خودرو، ماشین‌آلات ساختمانی، تجهیزات حمل‌ونقل ریلی، تجهیزات هوافضا، تجهیزات برق (نیرو)، تجهیزات پزشکی، لوازم خانگی، مدارهای مجتمع و غیره؛ حمایت از کاربردهای تولید هوشمند سطح بالا، مزایای رقابتی کلیدی و کسب‌وکارهای «زنجیره‌ای اصلی» که از قابلیت تخصیص منابع قوی برای ایجاد یک بستر مشترک زنجیره تامین برخوردارند؛ ایجاد اتصال متقابل داده‌ها<sup>۲</sup>، تبادل معتبر داده‌ها، گسترش همکاری در بخش تولید و زنجیره تامین با تخصیص منابع به روشی منعطف.

تا سال ۲۰۲۵، بیش از ۲۰۰۰ سناریوی هوشمند با کاربردهای جدید فناورانه، بیش از ۱۰۰۰ کارگاه هوشمند و بیش از ۱۰۰ کارخانه هوشمند معیار<sup>۳</sup> جهت هدایت صنعت احداث خواهد شد و ۱۰۰ زنجیره تامین هوشمند نیز شناسایی شده و توسعه خواهد یافت.

#### ب) تسریع روند توسعه دیجیتال سازی و شبکه‌سازی صنعت

تأکید بر ساخت تجهیزات، اطلاعات الکترونیک، مواد اولیه، کالاهای مصرفی و رفع نقاط ضعف موجود در صنایع خرد؛ تدوین نقشه‌راهی برای تحقق تولید هوشمند؛ ترویج گام‌به‌گام و مرحله‌ای تحول دیجیتال سازی و شبکه‌سازی؛ حمایت از کسب‌وکارهای واجد شرایط برای افزایش سرمایه‌گذاری در زمینه تحولات فناورانه؛ ارتقای مستمر

1. In-Depth Mining
2. Data Interconnection
3. Benchmark

نوآوری در فناوری و به‌روزرسانی تجهیزات و هوشمندسازی فرآیندهای تولید؛ اجرای اقدامات ویژه برای دیجیتال‌سازی شرکت‌های کوچک و متوسط؛ تلاش در جهت بهبود سطح دیجیتال‌سازی و شبکه‌سازی شرکت‌های کوچک و متوسط؛ ایجاد ساختارهای موردنیاز جهت ارتقای تحولات صنعت؛ گسترش کاربرد داده‌ها، استانداردها و راه‌حل‌ها؛ توسعه نظام‌مند روش‌های موثر جهت تبادل تجربیات و برقراری توازن بین عرضه و تقاضا؛ ترویج فناوری‌ها، تجهیزات و الگوهای جدید در حوزه تولید هوشمند.

### کادر ۳: برنامه عملیاتی برای تحول دیجیتال‌سازی و شبکه‌سازی در صنایع

#### ۱. حوزه تولید تجهیزات

رفع الزامات بهبود قابلیت اطمینان محصول و توسعه پیشرفته، ایجاد خطوط کامل تولید هوشمند برای سناریوها و واحدهای تولیدی پودمانی (ماژولار) با ترکیب فناوری‌ها و فرآیندهای جدید؛ احداث کارگاه‌ها و کارخانه‌های هوشمند مبتنی بر تولید پیشرفته (برتر)؛ توسعه شتابان طراحی دیجیتال، خدمات بهره‌برداری و نگهداری از راه دور، و سفارشی‌سازی شخصی‌شده<sup>۱</sup>.

#### ۲. حوزه اطلاعات الکترونیکی

رفع الزامات بهبود بهره‌وری تولید و عملکرد محصول، کوتاه شدن چرخه توسعه و غیره؛ ایجاد شبکه‌های ارتباطی برای کسب‌وکارها، ایجاد سیستم‌های ایمنی و حفاظتی فعال در یک محیط پیچیده الکترومغناطیسی<sup>۲</sup> جهت دستیابی به روش‌های معتبر انتقال داده بین کسب‌وکارها؛ ارتقای برنامه‌های کاربردی یکپارچه در تجهیزات تولید هوشمند محصولات الکترونیکی و خطوط مونتاژ خودکار؛ ایجاد یک بستر آزمون یکپارچه برای تجهیزات آزمون هوشمند؛ ایجاد سیستم توزیع و لجستیک هوشمند و بهینه‌سازی سیستم تصمیم‌گیرنده در تولید و بهره‌برداری<sup>۳</sup>.

1. Personalized Customization
2. Complex Electromagnetic Environment
3. Production and Operation Decision-Making System



### ۳. حوزه مواد اولیه

رفع الزامات تولید ایمن، کاهش مصرف و تولید کربن، بهبود کیفیت، کاهش هزینه‌ها و غیره؛ پیاده‌سازی تولید مشارکتی چندپایه<sup>۱</sup> تحت مدیریت گروه‌های تخصصی؛ کاوش برای دستیابی به بهینه‌سازی فرآیند، تخصیص کارآمد منابع و پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌ها و استفاده از فناوری هوش مصنوعی؛ ترویج استفاده کمتر از افراد و به‌کارگیری بیشتر وسایل بدون سرنشین برای انجام انفجارهای مورد نیاز در پروژه‌های عمرانی، معادن و سایر کسب‌وکارهای خطرناک و نظارت یکپارچه بر ایمنی؛ پایش سلامت، بهره‌برداری و نگهداری از راه دور تجهیزات تولیدی در مقیاس بزرگ و اطمینان از انجام ایمن فرآیندها؛ ایجاد یک پلتفرم اشتراک داده برای کل چرخه عمر و بهینه‌سازی کل زنجیره صنعت.

### ۴. حوزه گالاهای مصرفی

ارتقای کیفیت و ایمنی محصول، متنوع‌سازی و تأمین محصولات با کیفیت بالا، ترویج گسترده تجهیزات ویژه تولید فرآیندگرا و ربات‌های ویژه (با کاربرد خاص)؛ پشتیبانی از ایجاد زنجیره تأمین مشارکتی و بستر تعاملی کاربر<sup>۲</sup>، توسعه شخصی‌سازی در مقیاس بزرگ و پیگیری قابلیت ردیابی کیفیت محصول؛ ایجاد یک پلتفرم خدمات راه‌حل<sup>۳</sup> برای کل زنجیره صنعت

تا سال ۲۰۲۵، بهره‌وری تولید و میزان استفاده از منابع انرژی در کسب‌وکارهای تولیدی به‌طور قابل توجهی بهبود خواهد یافت و چرخه توسعه محصول، هزینه‌های عملیاتی کسب‌وکارها و میزان نقص محصولات کاهش چشمگیری خواهد یافت.

1. Multi-Base Collaborative Manufacturing
2. Supply Chain Collaboration And User Interaction Platform
3. Solution Service Platform

## پ) ارتقای تحول دیجیتالی در صنعت تولید در سطح منطقه

ترغیب نوآوری محلی و بهبود نظام سیاست‌گذاری؛ کشف مسیر توسعه تولید هوشمند در مناطق با توجه به مشخصه‌های مختلف هر منطقه؛ توسعه نوآوری در فناوری‌های کلیدی تولید هوشمند در میان مناطق مختلف، برقراری توازن بین عرضه و تقاضا، پرورش استعدادها و برتر و گسترش سایر انواع همکاری‌ها؛ ترغیب مناطق، سازمان‌های صنعتی و شرکت‌های پیشگام به مشارکت در ترویج فناوری‌های پیشرفته و استفاده از تجهیزات، استانداردها و راه‌حل‌ها؛ ترویج تولید هوشمند در خوشه‌ها و پارک‌های فناوری/ صنعتی؛ حمایت از احداث مناطق آزمایشی تولید هوشمند در مناطقی که از ویژگی‌های متمایزی در حوزه صنعت برخوردارند و نیاز فوری به ایجاد تحول و شرایط مطلوب دارند؛ ایجاد یک منبع نوآوری در فناوری تولید هوشمند، یک منطقه خوشه‌ای برای برنامه‌های کاربردی نمایشی (آزمایشی)<sup>۱</sup> و یک منطقه صادراتی (خروجی)<sup>۲</sup> برای تجهیزات کلیدی و طرح‌های راه‌حل.

## ۳) رسیدن به خودکفایی در تولید و گسترش مزایای سیستم‌های



صنعتی

تکیه بر بازار داخلی قدرتمند؛ تسریع در توسعه تجهیزات، نرم‌افزارها و راه‌حل‌های سیستمی؛ گسترش صنایع نوظهور تولید هوشمند؛ تسریع در بهبود انطباق‌پذیری سیستم عرضه؛ مدیریت روند بهینه‌سازی و ارتقای سیستم صنعتی.

## الف) توسعه تجهیزات تولید هوشمند

تأکید بر نقاط ضعف موجود جهت شناخت، کنترل، تصمیم‌گیری و اجرا؛ گسترش تحقیقات نوآورانه و مشترک بین صنعت و دانشگاه؛ رفع موانع فناورانه موجود بر سر

1. Demonstration Application
2. Output Location

راه پاره‌ای از قطعات و تجهیزات حساس و گلوگاهی؛ ترویج مهارت‌های پیشرفته و ادغام عمیق فناوری اطلاعات و تجهیزات تولید؛ تسریع روند توسعه و به‌روزرسانی مستمر تجهیزات تولید هوشمندی که دارای کاربردهای تخصصی و عمومی هستند، از طریق احداث کارگاه‌ها و کارخانه‌های هوشمند؛ ترویج کاربرد دوقلوهای دیجیتال، هوش مصنوعی و سایر فناوری‌های نوآورانه؛ توسعه مجموعه‌ای از تجهیزات تولید هوشمند جدید و پیشرفته بین‌المللی.

### کادر ۴: برنامه عملیاتی برای توسعه تجهیزات تولید هوشمند

#### ۱. قطعات و تجهیزات کلیدی

حسگرهای جابجایی نانو<sup>۱</sup>، حسگرهای لمسی انعطاف‌پذیر، حسگرهای دید با وضوح بالا، کنترل‌کننده‌های پیشرفته، سیستم‌های سروو درایو با دقت بالا<sup>۲</sup>، کاهنده‌های سرعت با کارایی و قابلیت اطمینان بالا، تجهیزات پوشیدنی تعاملی بین انسان و کامپیوتر، تجهیزات موقعیت‌یابی در سایت‌های صنعتی، سیستم‌های کنترل عددی هوشمند و غیره.

#### ۲. تجهیزات تولید هوشمند با کاربردهای عمومی

مرکز ماشین‌کاری پنج محوره عمودی/افقی هوشمند، مرکز ماشین‌کاری با قابلیت تراشکاری و فرزکاری، دستگاه تراش سی‌ان‌سی با دقت بالا و غیره؛ ربات‌های صنعتی مانند ربات‌های جوشکاری هوشمند، ربات‌های متحرک هوشمند، ربات‌های نظافت‌چی (نیمه‌هادی)<sup>۳</sup> و غیره؛ تجهیزات مورد استفاده در ذوب انتخابی به‌وسيله لیزر/پرتو الکترون و شکل‌دهی به روش تف‌جوشی (سینترینگ) و غیره؛ تجهیزات کنترل صنعتی مانند سیستم کنترل توزیع‌شده، کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی، کنترل نظارتی<sup>۴</sup> و

1. Nano Displacement Sensor
2. High-Precision Servo Drive Systems
3. Semiconductor (Clean) Robots
4. Monitoring Control

سیستم جمع‌آوری داده‌ها و غیره؛ تجهیزات تست (آزمون) هوشمند مانند اندازه‌گیری دیجیتال با دقت بالا و بدون نیاز به تماس، آزمایش غیرمخرب برخط، اندازه‌گیری با ردیاب لیزری و غیره؛ تجهیزات لجستیک هوشمند مانند شاتل‌های هوشمند چندلایه و چندجهته<sup>۱</sup> و انبارهای هوشمند.

### ۳. تجهیزات تولید هوشمند با کاربردهای تخصصی

موتور خودرو، گیربکس و سایر تجهیزات ماشین‌کاری که دارای کارایی بالا با قابلیت شبکه‌ای شدن هستند؛ مجموعه کاملی از تجهیزات هوشمند برای جاده‌ی، فرم‌دهی، ماشین‌کاری و آزمایش هوشمند مواد کامپوزیتی در مقیاس بزرگ برای کاربردهای هوافضایی؛ مجموعه کاملی از تجهیزات هوشمند برای تولید بیش از یک میلیون تُن اتیلن؛ خط تولید هوشمند سیمان فرآیند خشک نوع جدید<sup>۲</sup>؛ مجموعه کاملی از تجهیزات هوشمند برای اضافه کردن مایعات با ویسکوزیته بالا به مواد غذایی؛ تجهیزات چاپ و رنگ‌رزی پارچه بافتنی/پارچه پلی‌استر خالص؛ مجموعه کاملی از تجهیزات هوشمند برای استریل مواد اولیه داروها که الزامات GMP (شرایط خوب تولید)<sup>۳</sup> را برآورده می‌کنند؛ تجهیزات ساخت مدارهای مجتمع در مقیاس بسیار بزرگ؛ تجهیزات تولید نوع جدید صفحه‌های نمایش تخت و غیره.

### ۴. تجهیزات جدید تولید هوشمند

تجهیزات جدید مانند سیستم‌های کنترل صنعتی هوشمند، ماشین‌ابزارهای هوشمند، ربات‌های همکار و غیره که فناوری‌های نوین مانند دوقلوهای دیجیتال، کلان‌داده، هوش مصنوعی، واقعیت افزوده/واقعیت مجازی، نسل پنجم و پیدو را ادغام می‌کنند.

تا سال ۲۰۲۵، ۱۰۰۰ نوع تجهیزات پیشرفته تولید هوشمند ساخته خواهد شد.

1. Intelligent Multi-Layer and Multi-Directional Shuttle
2. New Dry Process Cement
3. Good Manufacturing Practice

## ب) همکاری مشترک برای تولید نرم افزارهای صنعتی

حمایت از همکاری شرکت های نرم افزار، تولیدکنندگان تجهیزات و کاربران موسسات تحقیقاتی؛ توسعه مشترک نرم افزارهای کلیدی برای تمام مراحل چرخه عمر محصول و کل فرآیند تولید در تمام حوزه ها؛ توسعه نرم افزارهای صنعتی تعبیه شده و محیط توسعه یکپارچه؛ توسعه یکپارچه سازی پلتفرم ها و نرم افزارهای صنعتی در صنایع خرد؛ گسترش دانش نرم افزارسازی صنعتی<sup>۱</sup> و معماری منبع باز؛ تسریع روند استقرار نرم افزارهای صنعتی در فضای ابری (ابری سازی)؛ توسعه کاربردهای آزمایشی نرم افزارهای صنعتی<sup>۲</sup> ایمن و قابل کنترل با تکیه بر پروژه های بزرگ و کسب و کارهای حمایت کننده.

### کادر ۵: برنامه عملیاتی برای رفع موانع موجود جهت ارتقای نرم افزارهای صنعتی

#### ۱. نرم افزار طراحی تحقیق و توسعه

طراحی به کمک رایانه (CAD)<sup>۳</sup>، مهندسی با کمک رایانه (CAE)<sup>۴</sup>، برنامه ریزی فرآیند با کمک رایانه (CAPP)<sup>۵</sup>، تولید با کمک رایانه (CAM)<sup>۶</sup>، مدیریت چرخه عمر محصول (PLM)<sup>۷</sup>، مدیریت داده محصول (PDM)<sup>۸</sup> و غیره.

#### ۲. ساخت نرم افزار

سیستم اجرایی تولید (MES)<sup>۹</sup>، سیستم برنامه ریزی پیشرفته (APS)<sup>۱۰</sup>، سیستم

1. Industrial softwareization
2. Industrial Software Application Demonstrations
3. Computer-Aided Design
4. Computer-Aided Engineering
5. Computer-aided process planning
6. Computer-Aided Manufacturing
7. Product Lifecycle Management
8. Product Data Management
9. Manufacturing execution systems
10. Advanced planning system

مدیریت انرژی (EMS)<sup>۱</sup>، نرم افزار پیش بینی عیوب و مدیریت سلامت (PHM)<sup>۲</sup>، سیستم مدیریت ایمنی و غیره.

### ۳. نرم افزار مدیریت بازرگانی

سیستم برنامه ریزی منابع سازمانی (ERP)<sup>۳</sup>، سیستم مدیریت زنجیره تأمین (SCM)<sup>۴</sup>، سیستم مدیریت ارتباط با مشتری (CRM)<sup>۵</sup>، سیستم مدیریت کیفیت (QMS)<sup>۶</sup>، سیستم مدیریت عملکرد دارایی (APM)<sup>۷</sup> و غیره.

### ۴. نرم افزارهای کنترل اجرا

نرم افزار صنعتی تعبیه شده و محیط توسعه یکپارچه مانند سیستم عامل صنعتی، نرم افزار کنترل صنعتی، نرم افزار برنامه نویسی و پیکربندی و غیره.

### ۵. نرم افزارهای صنعتی تخصصی

پایگاه های دانش پایه مانند کتابخانه های تخصصی در حوزه فناوری؛ نرم افزارهای بهینه سازی یکپارچه کل فرآیند<sup>۸</sup> در صنایع پتروشیمی، متالورژی و صنایع دیگر؛ طراحی / تولید / بهره برداری و تعمیر و نگهداری پلتفرم های نرم افزاری یکپارچه برای تجهیزات صنعتی؛ پلتفرم های نرم افزاری جامع مدیریت و کنترل برای شرکت های کوچک و متوسط و غیره.

### ۶. نرم افزارهای جدید

برنامه های کاربردی صنعتی، نرم افزارهای ابری، نرم افزارهای ابری بومی و غیره.

1. Energy Management System
2. Prognostics and Health Management
3. Enterprise resource planning
4. Supply Chain Management
5. Customer Relationship Management
6. Quality management system
7. Asset Performance Management
8. Full-Process Integrated Optimization Software

تا سال ۲۰۲۵، مجموعه نرم افزارهای تحقیق و توسعه و طراحی و مجموعه نرم افزارهای صنعتی تخصصی تولید خواهد شد؛ در ارتباط با نرم افزارهای کنترل اجرا، ساخت و مدیریت عملیات رقابت بیشتری ایجاد خواهد شد؛ و مجموعه ای از نرم افزارهای جدید برای رسیدن به سطح نرم افزارهای بین المللی تولید خواهد شد.

### پ) تأکید بر ایجاد راه حل های سیستمی

ترغیب عرضه کنندگان و کاربران راه حل های سیستمی تولید هوشمند به برقراری توازن بین عرضه و تقاضا و نوآوری مشترک؛ ارتقای یکپارچه سازی سیستمی و ادغام عمیق فناوری ها، فرآیندها، تجهیزات، نرم افزارها و شبکه ها؛ توسعه راه حل برای سناریوهای معمول و صنایع خرد؛ تأکید بر ویژگی ها و نیازهای شرکت های کوچک و متوسط؛ ارائه راه حل های موثر برای نگهداری و تعمیر آسان و کم هزینه؛ توسعه نظام مند ارائه کنندگان راه حل های سیستمی تولید هوشمند؛ ارائه خدمات یکپارچه تخصصی، سطح بالا و یک مرحله ای.

### ۴) تضمین حمایت از تولید هوشمند



بهبود روند توسعه تولید هوشمند؛ اصلاح مؤثر استانداردها و زیرساخت های اطلاعات پایه به منظور تضمین ایمنی و توسعه سایر انواع زیرساخت ها؛ تأکید بر ایجاد یک سیستم حمایتی جامع، قابل اعتماد، پیشرفته، کاربردی، ایمن و مستقل.

### الف) پیشبرد قابل توجه استاندارد سازی

بهبود مستمر طراحی استانداردهای سطح بالا؛ انجام هماهنگی های لازم جهت ایجاد یک سیستم استاندارد برای تولید هوشمند و یک سیستم استاندارد برای

برنامه‌های کاربردی صنعتی؛ تسریع در روند تدوین و بازنگری استانداردهای فنی کلیدی؛ ایجاد مجموعه استانداردهای هماهنگ و مکمل شامل استانداردهای ملی، استانداردهای صنعتی، استانداردهای گروهی و استانداردهای کسب‌وکار برای تجهیزات هوشمند، کارخانه‌های هوشمند و غیره؛ تسریع در پیاده‌سازی استانداردها و حمایت از کسب‌وکارها برای احداث کارگاه/کارخانه هوشمند براساس استانداردهای مربوطه؛ مشارکت فعالانه در زمینه استانداردسازی بین‌المللی؛ توسعه همگام استانداردهای ملی و بین‌المللی با سطح بالای آمادگی فناوری.

### **کادر ۶: برنامه عملیاتی برای تدوین استانداردهای تولید هوشمند**

#### **۱. ایجاد نظام استاندارد**

اصلاح مستمر «دستورالعمل‌های مربوط به ایجاد نظام استاندارد ملی برای تولید هوشمند»؛ ایجاد نظام استاندارد برای کاربردهای صنایع خرد در حوزه‌های متعدد مانند نساجی، پتروشیمی، مصالح ساختمانی، خودرو، تجهیزات برقی، تجهیزات حمل‌ونقل ریلی، لوازم خانگی، مواد غذایی، فولاد و فلزات غیرآهنی.

#### **۲. توسعه استاندارد**

گسترش آزمون‌ها و تأییدیه‌های استاندارد؛ ترویج دوقلوهای دیجیتال، فرهنگ لغت داده، همکاری انسان و ماشین، زنجیره‌های تأمین هوشمند، قابلیت اطمینان سیستم؛ تدوین و بازنگری در استانداردهای فنی کلیدی نظیر ادغام امنیت اطلاعات و ایمنی عملکردی؛ رفع الزامات موجود جهت تکامل فناوری و توسعه صنعتی؛ تسریع روند توسعه استانداردهای کاربردی صنعت.

#### **۳. گسترش کاربردهای استاندارد**

تأکید بر احداث کارگاه/کارخانه هوشمند، کاربرد الگوهای نوین، همکاری در زنجیره



تأمین، کاربرد فناوری‌های نوین و غیره؛ گسترش کاربردهای آزمایشی استانداردهای تولید هوشمند؛ ایجاد استانداردهای کاربردی صنعت و مجموعه استانداردهای منطبق با استانداردهای ملی؛ توسعه بهره‌گیری از نتایج آزمایشی<sup>۱</sup> در شرکت‌های کوچک و متوسط و کسب‌وکارهای فعال در صنعت موردنظر.

**تا سال ۲۰۲۵؛ بیش از ۱۰۰ واحد آزمایشی جهت گسترش کاربرد استاندارد انتخاب خواهد شد و بیش از ۲۰۰ استاندارد ملی و صنعتی تدوین و بازنگری خواهد شد.**

### **(ب) بهبود زیرساخت‌های اطلاعات پایه**

تسریع روند توسعه زیرساخت‌های جدید شبکه مانند اینترنت صنعتی، اینترنت اشیاء، نسل پنجم، شبکه‌های نوری با سرعت گیگابیتی و غیره؛ ترغیب کسب‌وکارها به ارتقای شبکه‌های داخلی و خارجی خود جهت بهبود تشخیص در محل<sup>۲</sup> و قابلیت‌های انتقال داده؛ احداث زیرساخت‌های قدرت محاسباتی مانند مراکز داده صنعتی و مراکز محاسبات هوشمند؛ حمایت از کاربرد فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی؛ حمایت از مجموعه کسب‌وکارهای مقیاس‌بزرگ و پارک‌های صنعتی؛ ایجاد روابط صنعتی متمایز در راستای ادغام منابع داخلی، مدیریت چرخه عمر محصول، هماهنگی زنجیره تأمین زنجیره صنعتی و خدمات شرکت‌های کوچک و متوسط.

### **(پ) تقویت امنیت**

تأکید بر الزامات امنیتی تولید هوشمند؛ همکاری در زمینه ایجاد امنیت شبکه،

1. Pilot Results  
2. On-Site

■ طرح توسعه تولید هوشمند در چهاردهمین برنامه پنج ساله توسعه چین (۲۰۲۱ الی ۲۰۲۵)

امنیت اطلاعات و امنیت عملکردی؛ توسعه کاربردهای فناوری رمزنگاری؛ تقویت امنیت شبکه و طبقه‌بندی و مدیریت سلسله‌مراتبی داده‌های صنعتی؛ ارتقای حاکمیت داده‌های صنعتی؛ بهبود کنترل چندمرحله‌ای صنعت، شبکه نظارت بر امنیت اطلاعات و سیستم هشدار زودهنگام که کل کشور، مناطق و کسب‌وکارها را پوشش می‌دهد؛ افزایش امنیت شبکه صنعت؛ گسترش کاربرد آزمایشی محصولات ویژه؛ توسعه سازمان‌های خدماتی فعال در حوزه ایمنی صنعتی؛ بهبود خدمات تشخیص، مشاوره، طراحی و اجرا؛ حفاظت از امنیت کسب‌وکارها؛ راهنمایی کسب‌وکارها در زمینه ایجاد سیستم‌های حفاظت فنی و سیستم‌های مدیریت امنیت مطابق الزامات مندرج در سیاست‌ها و استانداردهای مربوطه.







ت. اقدامات حمایتی

## ۱) تقویت برنامه‌ریزی و هماهنگی کلی



تعیین سازوکارهای مناسب جهت هماهنگی و مشارکت میان‌بخشی در ارتباط با صنعت فناوری اطلاعات، اقدامات اصلاحی، آموزش، فناوری، امور مالی، منابع انسانی، دارایی‌های دولتی، نظارت بر بازار و غیره؛ برنامه‌ریزی کلان برای پیشبرد تولید هوشمند؛ تقویت هماهنگی و همکاری بین دولت‌های مرکزی و محلی؛ ترغیب دولت‌های محلی به معرفی سیاست‌ها و قوانین و مقررات حمایتی؛ راهنمایی درباره نحوه جمع‌آوری منابع مختلف اجتماعی؛ ایجاد یک سیستم مناسب برای پیشبرد الگوهای کاری؛ بهره‌گیری کامل از کمیته‌های مشاوره، اتاق‌های فکر، متخصصین و موسسات تحقیقاتی علمی فعال در حوزه تولید هوشمند؛ توسعه تحقیقات آینده‌نگر و راهبردی در مورد مسائل کلیدی؛ ترغیب کسب‌وکارها به تسریع روند پیاده‌سازی سیستم تولید هوشمند با توجه به شرایط واقعی خود؛ تأکید بر انجام اقدامات مؤثر در زمینه تولید ایمن و حفاظت از محیط‌زیست.

## ۲) افزایش حمایت‌های مالی، مالیاتی و سرمایه‌ای



افزایش حمایت از حوزه‌های مختلف تولید هوشمند مانند پروژه‌های ملی علمی و فناورانه، برنامه‌های کلیدی تحقیق و توسعه، پروژه‌های مهندسی مجدد زیرساخت‌های صنعتی و پروژه‌های ویژه برای تقویت رقابت‌پذیری در صنعت تولید؛ ارتقای سیاست‌های تشویقی و پرداخت خسارت بیمه اولین تجهیزات فناورانه و کلیدی در راستای حمایت از کاربرد فناوری‌های نوظهور در تجهیزات تولید هوشمند؛ گسترش کاربرد تجهیزات تولید هوشمند؛ ترغیب صندوق تحول و ارتقای صنعت تولید ملی، صندوق سرمایه‌گذاری صنعت تولید پیشرفته و صندوق توسعه شرکت‌های کوچک

و متوسط به افزایش سرمایه‌گذاری در حوزه‌های مختلف تولید هوشمند؛ هدایت موسسات مالی در زمینه اعطای وام‌های میان‌مدت و بلندمدت جهت تحول دیجیتال و هوشمندسازی کسب‌وکارها؛ تعیین انواع ابزارهای مالی نظیر تأمین مالی زنجیره تأمین، سرمایه‌گذاری، لیزینگ مالی و غیره جهت حمایت از توسعه تولید هوشمند.

### ۳) افزایش حمایت از استعداد های برتر



تدوین منظم گزارش‌هایی با موضوع پیش‌بینی نیاز روزافزون به استعداد های برتر در صنعت تولید هوشمند و تهیه فهرستی از کمبود استعداد های برتر در این صنعت؛ معرفی استانداردهای صنعتی و توانمندی‌های صنعتی مورد نیاز برای نیروهای کاری فعال در صنعت تولید هوشمند؛ حمایت از احداث یک پایگاه آموزشی جهت پرورش استعداد های برتر در حوزه تولید هوشمند؛ تقویت آموزش مهارت‌های دیجیتال به کارمندان؛ ارتقای دانش فنی کارکنان؛ توسعه کسب‌وکارهایی که به تلفیق تولید و آموزش می‌پردازند؛ توسعه رشته‌های مهندسی جدید؛ احداث مجموعه‌ای از دانشکده‌های صنعتی مدرن در حوزه تولید هوشمند؛ ارائه نظام برنامه درسی و رشته‌های آموزشی مرتبط با تولید هوشمند؛ تسریع در آموزش استعداد های برتر؛ تقویت روحیه کارآفرینی و صنعتگری نیروهای کار؛ ترغیب نوآوری و کارآفرینی در صنعت تولید هوشمند؛ برگزاری مسابقات مختلف در زمینه مهارت‌های فنی.

### ۴) بهبود خدمات عمومی



ترغیب دولت‌های محلی، سازمان‌های صنعتی، پارک‌های صنعتی، موسسات علمی و تحقیقاتی و شرکت‌های پیشگام به ایجاد پلتفرم‌های خدمات عمومی در حوزه

■ طرح توسعه تولید هوشمند در چهاردهمین برنامه پنج ساله توسعه چین (۲۰۲۱ الی ۲۰۲۵)

تولید هوشمند؛ حمایت از ایجاد سیستم‌های عامل استاندارد آزمایشی برای بهبود خدمات مختلف مانند بازرسی و آزمون، مشاوره و تشخیص و آموزش؛ تدوین مقررات مربوط به پلتفرم خدمات عمومی در حوزه تولید هوشمند؛ ایجاد مزایای مکمل و توسعه متوازن شبکه خدمات؛ تعیین سازوکاری مناسب برای ارزیابی‌های بلندمدت؛ ترغیب شرکت‌های شخص ثالث به ارزیابی میزان بلوغ فناوری تولید هوشمند؛ انتشار شاخص‌های توسعه تولید هوشمند در سطح منطقه و صنعت.

## ۵) گسترش همکاری‌های باز

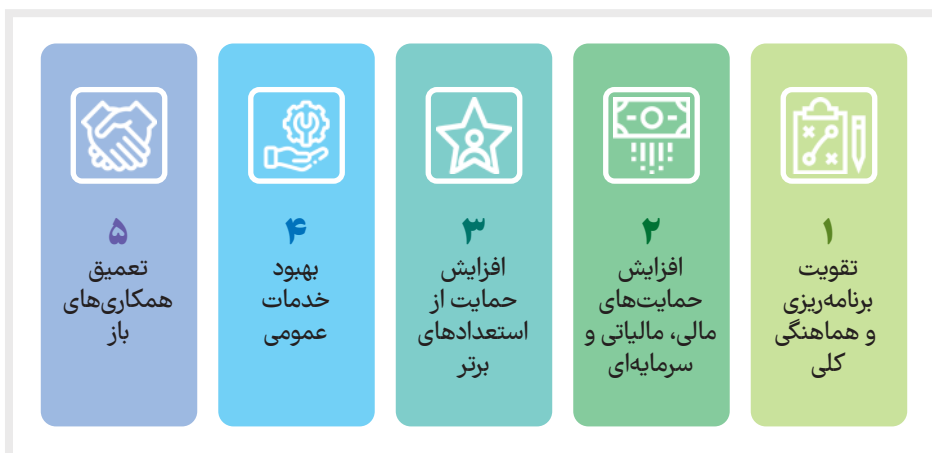


تقویت تبادل با کشورها، مناطق و سازمان‌های بین‌المللی؛ همکاری در زمینه رفع چالش‌های موجود بر سر راه فناوری تولید هوشمند، توسعه استاندارد و برنامه‌های کاربردی آزمایشی، آزمون و صدور مجوز، و آموزش کارکنان؛ ترغیب شرکت‌های چندملیتی و موسسات تحقیقاتی علمی خارجی جهت ایجاد مراکز تحقیق و توسعه، کارخانه‌های نمایشی (آزمایشی) و مراکز آموزش و پرورش استعدادها برتر در حوزه تولید هوشمند در چین؛ حمایت از سازوکارهای همکاری بین‌المللی مانند ابتکار یک کمربند یک راه، کشورهای بریکس<sup>۱</sup> و توافق‌نامه مشارکت اقتصادی جامع منطقه‌ای (RCEP)<sup>۲</sup>؛ «جهانی‌سازی» تجهیزات، نرم‌افزارها، استانداردها و راه‌حل‌های مرتبط با تولید هوشمند.

1. BRICS: Brazil, Russia, India, China, South Africa  
2. Regional Comprehensive Economic Partnership



## اینفوگراف ۶: اقدامات حمایتی







**ث. سازماندهی و اجرای طرح  
توسعه تولید هوشمند در  
چهاردهمین برنامه پنج ساله  
توسعه چین (۲۰۲۱ الی ۲۰۲۵)**

به‌طور کلی، وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین مسئولیت سازماندهی، اجرا، نظارت و ارزیابی طرح با همکاری سازمان‌های ذیربط را برعهده دارد. درواقع، همه سازمان‌های ذیربط باید وظایف مهم را مطابق با شرح وظایف خود انجام دهند. به‌همین ترتیب، همه مناطق باید به‌سرعت برنامه‌های اجرایی مرتبط با این طرح را با توجه به شرایط محلی خود تدوین کنند و سیاست‌های حمایتی مربوطه را محقق کنند و اقدامات مناسبی در ارتباط با بازخورد اطلاعاتی<sup>۱</sup> انجام دهند. سازمان‌های فعال در صنایع مختلف نیز باید به‌عنوان واسطه‌های تسهیل‌گر عمل کنند و هماهنگی‌های لازم برای پیشبرد اجرای طرح را انجام دهند. به‌طور کلی، مناطق مختلف، ادارات ذیربط و سازمان‌های فعال در صنایع باید فرآیند نهایی‌سازی و ارتقای مدل‌های تجربی تولید هوشمند را به‌طور موثری عملی کنند.

در آوریل ۲۰۲۱، پیش از انتشار پیش‌نویس طرح توسعه تولید هوشمند در چهاردهمین برنامه پنج‌ساله توسعه چین (۲۰۲۱ الی ۲۰۲۵)، یکی از نهادهای زیرمجموعه وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین موسوم به مرکز توسعه صنعت تجهیزات وزارت صنعت و فناوری اطلاعات<sup>۲</sup> جلساتی را با نمایندگان نهادهای علمی، دانشگاهی، صنعتی و تخصصی به‌منظور دریافت نظرات تخصصی برای تکمیل این سند برگزار نمود. برخی از نهادهای شرکت‌کننده در این جلسات در اینفوگراف ۷ قابل

مشاهده هستند.<sup>۳ و ۴</sup>

1. Information Feedback
2. Equipment Industry Development Center of the Ministry of Industry and Information Technology
3. [https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/ldhd/art/2021/art\\_11682c6c7d224b2c-9c7323f223012637.html](https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/ldhd/art/2021/art_11682c6c7d224b2c-9c7323f223012637.html)
4. <http://www.gev.org.cn/news/4918.html>
5. [https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/sjdt/art/2020/art\\_a13eeda864f04bf9bbc6a-48fe4762094.html](https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/sjdt/art/2020/art_a13eeda864f04bf9bbc6a-48fe4762094.html)

ث. سازماندهی و اجرای طرح توسعه تولید هوشمند در چهاردهمین برنامه پنج ساله توسعه چین (۲۰۲۱ الی ۲۰۲۵)

## اینفوگراف ۷: برخی نهادهای موثر در تدوین پیش نویس طرح توسعه تولید هوشمند در چهاردهمین برنامه پنج ساله توسعه چین

 <p><b>国家制造强国建设战略咨询委员会</b> National Manufacturing Strategy Advisory Committee</p> <p>کمیته مشورتی راهبردی ملی صنعت ساخت</p>	 <p><b>中华人民共和国工业和信息化部</b> Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China</p> <p>وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین</p>	
 <p><b>中国信息通信研究院</b> China Academy of Information and Communications Technology</p> <p>موسسه تحقیقات اطلاعات و ارتباطات چین</p>	 <p><b>中國工程院</b> CHINESE ACADEMY OF ENGINEERING</p> <p>آکادمی مهندسی چین</p>	
<p><b>浙江省智能制造专家委员会</b> Zhejiang Intelligent Manufacturing Expert Committee</p> <p>کمیته تخصصی ساخت هوشمند استان ججیانگ</p>	 <p><b>上海自仪院</b> Shanghai Institute of Industrial Automation Instrumentation</p> <p>موسسه ابزار دقیق و اتوماسیون صنعتی شانگهای</p>	
 <p><b>Instrumentation Technology and Economy Institute (ITEI)</b></p> <p>موسسه فناوری و اقتصاد جامع ابزار دقیق و صنایع مکانیکی</p>	 <p><b>中国智能制造系统解决方案供应商联盟</b> China Intelligent Manufacturing System Integrator Consortium</p> <p>کمیته تخصصی ارائه راه حل های سیستمی در تولید هوشمند چین</p>	
 <p><b>工业和信息化部装备工业发展中心</b> Ministry of Industry and Information Technology Equipment Industry Development Center</p> <p>مرکز توسعه صنعت تجهیزات وزارت صنعت و فناوری اطلاعات</p>	 <p><b>冶金自动化研究设计院</b> AUTOMATION RESEARCH AND DESIGN INSTITUTE OF METALLURGICAL INDUSTRY</p> <p>موسسه تحقیقاتی و طراحی اتوماسیون صنعت متالورژی</p>	
 <p><b>中机六院</b> Machinery Industry Sixth Design and Research Institute Co. Ltd</p> <p>موسسه ششم طراحی و تحقیقات صنعت ماشین آلات</p>	 <p><b>中国建筑材料工业规划研究院</b> China Development Strategy Institute For Building Materials Industry</p> <p>موسسه برنامه ریزی و تحقیقات راهبردی صنعت مصالح ساختمانی چین</p>	
 <p>دانشگاه چینگخوا</p>	 <p><b>中国纺织机械协会</b> China Textile Machinery Association</p> <p>انجمن ماشین آلات نساجی چین</p>	 <p>انجمن صنعت ساخت هوشمند شانگهای</p>

## معرفی مرکز توسعه صنعت تجهیزات وزارت صنعت و فناوری اطلاعات<sup>۱</sup>

مرکز توسعه صنعت تجهیزات وزارت صنعت و فناوری اطلاعات که به اختصار مرکز تجهیزات نیز نامیده می‌شود، یک نهاد دولتی است که مستقیماً زیر نظر وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین فعالیت می‌کند. مسئولیت‌های اصلی این مرکز عبارتند از:

- انجام امور پشتیبانی-مدیریتی برای صنعت تجهیزات
- تحقیقات در زمینه مسائل اساسی، چشم‌انداز و راهبرد صنعت تجهیزات
- تحلیل و مطالعه عملکرد اقتصادی صنعت تجهیزات
- تدوین برنامه و استاندارد برای صنعت
- ارائه توصیه‌های کلان (سیاستی) در زمینه اصلاح ساختار صنعت، توسعه نوآوری و فناوری‌های جدید در صنعت
- بررسی فنی شرکت‌های تولیدکننده وسایل نقلیه
- کمک به نظارت و مدیریت حوادث
- مدیریت داده‌های مربوط به سیستم اطلاعات صنعت خودرو، ایجاد و نگهداری پایگاه داده
- مشاوره فنی، تبادل اطلاعات، آموزش‌های مربوط به صنعت تجهیزات
- انجام سایر امور محوله از سوی وزارت صنعت و فناوری اطلاعات

1. <http://www.miit-eidc.org.cn/col/col92/index.html>











جمع بندی

تولید هوشمند یکی از عناصر اصلی راهبرد ملی چین ذیل چشم‌انداز ساخت چین ۲۰۲۵ است که توسط دولت در سال ۲۰۱۵ مطرح شده‌است. بر مبنای این چشم‌انداز، چین قصد دارد طی ده سال (یعنی تا ۲۰۲۵) به خودکفایی ۷۰ درصدی در صنایع با فناوری پیشرفته برسد. همچنین بر اساس راهبرد کلان این کشور، تا سال ۲۰۳۵ صنعت ساخت چین کاملاً دیجیتالی خواهد شد و تا سال ۲۰۴۹ (صدمین سالگرد تاسیس جمهوری خلق چین) این کشور به جایگاه یک قدرت برتر در بازارهای جهانی دست خواهد یافت. برای تحقق اهداف مندرج در این قبیل اسناد، در این کشور برنامه‌های توسعه منظم پنج ساله تدوین و اجرا می‌شود که در حال حاضر چهاردهمین دوره پنج ساله (۲۰۲۱-۲۰۲۵) آغاز شده‌است. هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، صنعتی، نسل جدید ارتباطات (G5)، کلان‌داده، زنجیره بلوکی، مواد نوین و غیره همه از فناوری‌های پیشرفته‌ای هستند که لازمه توسعه تولید هوشمند به صورت بومی هستند. در این راستا دولت مرکزی و دولت‌های محلی، پشتیبان وزارت صنعت و فناوری اطلاعات (به‌عنوان نهاد بالادستی این حوزه) هستند تا توسعه متوازن و پایدار و تحول (به‌معنای واقعی) در این حوزه، به بهترین نحو و بر اساس زمان‌بندی صورت پذیرد. سیاست‌گذاری صحیح؛ اعتقاد عملی به لزوم خودکفایی در تولید؛ حمایت از کسب‌وکارها، صنایع و موسسات علمی-تحقیقاتی؛ احداث پارک‌های صنعتی و فناوری و کارخانه‌های نمایشی (آزمایشی)؛ تدوین شیوه‌نامه‌های مختلف و استانداردسازی رویه‌های تولید؛ دیجیتالی‌سازی و اتوماسیون نوین؛ شبکه‌سازی کارخانجات؛ توجه به نوآوری؛ استعدادیابی، پرورش و حفظ نخبگان؛ همکاری مشترک با کشورهای قدرتمند دنیا؛ سرمایه‌گذاری منظم و کافی؛ توسعه زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری موردنیاز؛ و غیره همگی از جمله عوامل موفقیت چین در این زمینه است.

شایسته است مسئولین کشور ما نیز با بررسی دقیق این قبیل اسناد، در اسرع وقت نسبت به تدوین راهبردهای کلان عملیاتی اقدام نمایند و با بهره‌مندی از تجربیات کشورهای موفق، نسبت به شناسایی و رفع موانع توسعه پایدار حوزه‌های مختلف صنعت کشور، اقدامات مقتضی را مبذول نمایند.

### اینفوگراف ۸: برخی عوامل موفقیت چین در توسعه متوازن و پایدار تولید هوشمند به صورت بومی





十四五” 智能制造发展规划（征求意见稿), March 2021,  
[https://www.miit.gov.cn/gzcy/yjzj/art/2021/art\\_df7ef-807d8a34de185e776ab34a7343e.html](https://www.miit.gov.cn/gzcy/yjzj/art/2021/art_df7ef-807d8a34de185e776ab34a7343e.html)





مؤسسہ پیننگان توسعہ فناوری و آتوآری ایرانیاں