

آینده‌نگری تکنولوژی در چین: مطالعات علمی، اقدامات دولتی و کاربردهای سیاسی^۱

علی اکبری

کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی (تولید و عملیات) دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

a.akbari62@gmail.com

چکیده

آینده‌نگری تکنولوژی توجه بسیاری از سیاست‌گذاران، دانشمندان و محققان جامعه دانشگاهی چین را به خود جلب کرده است. این مقاله، در راستای تحلیل ویژگی‌های جهانی آینده‌نگری تکنولوژی، بطور سیستماتیک به خلاصه‌سازی و بحث در مورد مطالعات آکادمیک، اقدامات دولتی و کاربردهای سیاسی با توجه به آینده‌نگری تکنولوژی در چین، با روش‌های کتاب‌سنجی، مصاحبه‌های کارشناسان و مطالعات کتابخانه‌ای می‌پردازد. شواهد مطالعه نظری و فعالیت‌های عملی نشان می‌دهد که آینده‌نگری و بینش تکنولوژی به سرعت در کشور چین توسعه یافته است. این روند توسعه را می‌توان به سه دوره تقسیم کرد: دوره‌های اکتشاف، توسعه سریع، و رشد و بلوغ. فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی در چین، سهامداران و ذینفعان را قادر می‌سازد تا با یکدیگر همفکری نموده و این موضوع منجر به فرهنگ آینده‌نگری تکنولوژی می‌شود. بعلاوه، بسیاری از مسائل در توسعه و برنامه‌ریزی همراه با علم، فناوری و نوآوری زمانی می‌تواند حل شود که رویکردهای جامع برای فعالیت‌های پیش‌بینی فناوری، از جمله بررسی گسترده دلفی (Delphi)، تحلیل سناریو، ره‌نگاشت فناوری، و کتاب‌سنجی و غیره اتخاذ شده باشد. اخیراً، آینده‌نگری تکنولوژی نه تنها یک ابزار ضروری است، بلکه به‌طور وسیعی در کشور چین به‌منظور توسعه برنامه‌ریزی و سیاست‌های مرتبط با فعالیت‌های علمی، فناوری و نوآورانه مورد استفاده قرار گرفته است. متناوباً، روش‌شناسی آینده‌نگری تکنولوژی چینی و کاربرد آن در علم و برنامه‌ریزی فناوری، بیشتر باید بهبود یابد.

واژگان کلیدی: آینده‌نگری تکنولوژی، مطالعات آکادمیک، اقدامات دولتی، کاربردهای سیاسی، چین.

۱. این مقاله ترجمه‌ای است از مقاله لی و همکاران (۲۰۱۶) در مجله *Technological Forecasting & Social Change* با موضوع آینده‌نگری تکنولوژی در چین.

عامل انگیزشی پیشرفت علم و فناوری به طور فزاینده‌ای پیچیده است. این روند در واقع از تعریف "عوامل داخلی سیستم فناوری، مسیر توسعه فناوری را تعیین می‌کند" به تعریف "تعامل بین فناوری و توسعه اجتماعی و اقتصادی، مسیر توسعه فناوری را تعیین کند" تغییر کرده است و سپس از طریق تعریف "مسیر فناوری حاوی احتمالات چندگانه‌ای است و مسیرهای آتی را می‌توان از طریق سیاست‌های موجود انتخاب کرد" بدست آمد (گروه تحقیقاتی پیش‌بینی فناوری ۲۰۲۰ در چین، ۲۰۰۶). در زمان مشابه، در مواجهه با افزایش رقابت اقتصاد جهانی، سیاستگذاران و دانشمندان با مشکل نحوه انتخاب محورهای تحقیقاتی امیدبخش و فناوری‌های درحال ظهور مقابله می‌کنند و منابع را مورد هدف گذاری قرار می‌دهند و از این رو بیشترین سود را بدست می‌آورند (مارتین، ۱۹۹۵). به منظور توسعه سیاست‌های جهت‌گرای آتی در شرایط فشارهای پیچیده، آینده‌نگری تکنولوژی (TF) یک روش مناسب برای مدیریت فعالیت‌های علمی، فناوری و نوآوری در نظر گرفته است (جورجیو، ۲۰۱۳). واژه آینده‌نگری تکنولوژی در دهه ۱۹۹۰ توسط اروپائیان بکار برده شد، و سپس دیگر کشورها در جستجوی ابزار سیاسی جدید برای مقابله با مشکلات موجود در سیستم‌های علمی، فناوری، و نوآوری بودند (میلز، ۲۰۱۰). فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی و مطالعات به‌طور مؤثری در برنامه‌ریزی و مدیریت سطوح نامشخص کمک می‌کنند، که توجه بسیار زیادی از سوی کشورهای درحال ظهور را به خود جلب کرده است.

پیش‌بینی و آینده‌نگری فناوری به تدریج تبدیل به مرکز توجه تحقیقات آکادمیک و سیاستگذاران شد، که این موضوع منحصراً در چین مهم است، زیرا این کشور بزرگ به استراتژی‌های فناوری و علمی نیاز دارد تا به توسعه پیشرفته براساس نوآوری تحقق بخشد. تعداد زیادی از محققان و سیاستگذاران در چین آینده‌نگری تکنولوژی را بعنوان یک پلت‌فرم جامع در سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌های درحال توسعه علم و فناوری (S&T) در نظر می‌گیرند. آنها به آینده‌نگری تکنولوژی بصورت یک رویکرد حیاتی برای شناسایی خواسته‌های استراتژی ملی و درک روند نوآورانه، علمی و فناوری نگاه می‌کنند. به تازگی، آینده‌نگری تکنولوژی به بیشینه جدیدی برای مواجهه با برنامه‌ریزی‌های علمی و فناوری (S&T) و تقاضای پیاده‌سازی استراتژی توسعه مبتنی بر نوآوری در چین دست یافته است و سازگاری استراتژی‌های علم و فناوری (S&T) و سیاست‌ها را به منظور بهینه‌سازی تخصیص منابع بکار برده است.

آینده‌نگری تکنولوژی رویکردی از سیاست درحال توسعه در متن‌های پیچیده فراهم می‌کند. هنگام مواجهه با بی‌ثباتی توسعه اقتصادی و اجتماعی در میان شرایط بین‌المللی پیچیده، کشف روش‌های علمی‌تر و منطقی‌تر برای توسعه سیاست‌های علمی، فناوری و نوآوری ضروری است. همانگونه که پیوند بین S&T مدرن و توسعه اجتماعی-اقتصادی شدت یافته است، و موضوعات بحث علم و فناوری در زمینه‌های مختلف اجتماعی و اقتصادی نفوذ کرده‌اند، مشخصه‌های پیشرفت و پیاده‌سازی برنامه‌های بلندمدت S&T، در مقایسه با دوره‌های قبلی متفاوت است. بعنوان مثال، سیاست‌های علم و فناوری با سیاست‌های دیگر رشته‌ها، مانند کشاورزی و صنعت یکی شده‌اند. باوجود حوزه‌های علم و فناوری، فرآیند توسعه سیاست شروع به درگیر کردن سهامداران بیشتر، از جمله تشکیلات اقتصادی (شرکت‌ها) و عموم مردم کرده است. بنابراین، فرآیند تصمیم‌گیری نیازمند مشارکت هر سهامدار (ذینفع) و مشاور است (گراپ و لینستون، ۱۹۹۹). قبل از اینکه پیش‌بینی فناوری در تصمیم‌گیری بکار گرفته شود، تصمیمات به‌طور رایج با متخصصین اندکی براساس بینش شخصی و منحصر به فرد آنها گرفته می‌شد. آینده‌نگری تکنولوژی یک فرآیند تعاملی تصمیم‌گیری و مشارکت به احزاب مختلف ارائه می‌کند. همان‌گونه که توسط مارتین (۱۹۹۵) مورد بررسی و بحث قرار گرفت، پیش-

بینی (آینده‌نگری) یک فرآیند است و فقط مجموعه‌ای از تکنیک‌ها نیست، و شامل روش‌های مشورتی به‌منظور اطمینان از بازخوردها و از عوامل مرتبط می‌باشد. باید توجه داشته باشیم که پیش‌بینی (آینده‌نگری)، یک آینده از قبل تعیین شده را پیش‌بینی نمی‌کند، بلکه آینده بواسطه مشارکت شرکت‌کنندگان و تصمیمات در لحظه شکل خواهد گرفت (کاجیا و همکاران، ۲۰۰۷؛ میسنر، ۲۰۱۲).

آینده‌نگری تکنولوژی یک پلتفرم جامع و تعاملی بین همه سهامداران و ذینفعان در سیاست‌گذاری فراهم می‌کند. روش‌های پیش‌بینی اغلب به گروه‌های کوچک متخصص محدود شده است و مشارکتی است؛ یعنی حاوی محدوده وسیعی از ذینفعان است. این امر ذهنیت ذینفعان و سهامداران را نسبت به احتمالات جدید برای آینده باز می‌کند (میسنر، ۲۰۱۲). فرآیند آینده‌نگری تکنولوژی سهامداران را قادر می‌سازد تا درباره چگونگی شکل‌گیری جامعه در آینده بحث کنند. هر گروه در طول این فرآیند برای دستیابی به یک اتفاق نظر درباره مسیرهای آتی ارتباط برقرار می‌کند، که یک مکانیزم و شبکه‌ای برای درک توسعه و پیشرفت آتی بوجود می‌آورد. محققان مؤسسات و دانشکده‌ها، همچنین شخصیت‌های برجسته پروژه‌ها و عامه مردم، در این فرآیند شرکت کردند، که ارتباط مؤثر عقاید را درباره دیدگاه‌های مختلف به‌منظور توافق در مورد مسائل کلیدی در سیاست‌های نسبی در حال توسعه تسهیل می‌کند. همان‌گونه که این فرآیند می‌تواند خطر را کاهش دهد و از تصمیمات نادرست در مورد مسیر توسعه تکنولوژی تاحد ممکن اجتناب کند، می‌تواند رویکردهای علمی و منطقی را برای سیاست‌های در حال توسعه نوآوری در علم و فناوری افزایش دهد (رن، ۲۰۰۸؛ فن، ۲۰۰۳). سیاستگذاران با استفاده از نتایج آینده‌نگری تکنولوژی می‌توانند بوضوح جوامع علمی، تکنولوژی و نوآوری را نشان دهند که عموماً از یک رویکرد پایین-به-بالا استفاده می‌کنند (نه رویکردهای بالا-به-پایین) (میسنر، ۲۰۱۳).

اگرچه تکنیک‌های آینده‌نگری تکنولوژی پیشرفت‌های زیادی بدست آورده است، اما بررسی اجمالی تحقیق از شیوه‌ها و برنامه کاربردی در متن یک کشور خاص در ادبیات موجود نادر است. برخی تحقیقات مرتبط روی کشورهای پیشرفته متمرکز شده اند (گورجیو و همکاران، ۲۰۰۹) و ادبیات اندکی به پیشرفت و کاربرد آینده‌نگری تکنولوژی در کشورهای در حال توسعه توجه کرده‌اند. چین یکی از کشورهای در حال توسعه از پیش معرفی شده است و از آینده‌نگری تکنولوژی بمنظور توسعه سیاست‌ها و برنامه‌ریزی S&T استفاده می‌کند. با این حال، ادبیات موجود فاقد یک خلاصه سیستماتیک از تحقیقات آکادمیک و آخرین کاربرد آن، همچنین نحوه ی پشتیبانی از برنامه‌ریزی و فرمولاسیون S&T می‌باشد. یک بررسی اجمالی از فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی در چین از نظر فعالیت‌های دولتی و برنامه‌های سیاسی، مورد نیاز و توجه است که ممکن است برخی از پیامدهای بالقوه در شیوه‌های آینده‌نگری تکنولوژی و مطالعات آتی را فراهم کند. از آنجایی که آینده‌نگری تکنولوژی نمی‌تواند از عوامل اجتماعی-اقتصادی در یک کشور جدا شود، برخی یافته‌های جالب و خاصی در حوزه‌های مشخص در چین مورد انتظار است. این مقاله یک خلاصه جامع از روش‌ها، تحقیقات آکادمیک، و برنامه‌های سیاسی در آینده‌نگری تکنولوژی مورد استفاده در چین را ارائه می‌دهد. همچنین یک مقایسه و تحلیل از آینده‌نگری تکنولوژی از سوی دیدگاه بین‌المللی انجام داده و هدف آن ارائه یک مرجع برای آینده‌نگری تکنولوژی در کشور چین است.

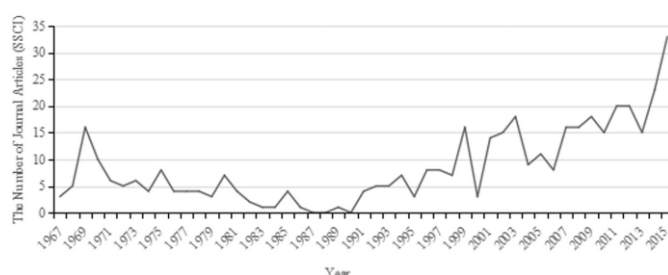
ادامه این مقاله به شرح زیر سازماندهی شده است: بخش دو روند جهانی در مقالات مجلات و شیوه‌های آینده‌نگری تکنولوژی، همچنین مشخصه‌های جهانی آینده‌نگری تکنولوژی را تحلیل می‌کند. بخش سه در مورد روند توسعه داخلی

در مقالات و فعالیت‌های دولتی آینده‌نگری تکنولوژی در چین بحث می‌کند. بخش چهارم روش‌های چینی آینده‌نگری تکنولوژی را بررسی و تحلیل می‌کند. بخش پنجم آخرین فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی ملی از سال ۲۰۱۳ در چین را نشان می‌دهد. بخش ششم درباره نحوه تأثیرگذاری و پشتیبانی آینده‌نگری تکنولوژی در برنامه‌ریزی و فرمولاسیون S&T چین بحث می‌کند. در نهایت، بخش هفتم خلاصه و برخی نکات برای تحقیقات آینده را ارائه می‌دهد.

۱. خلاصه‌ای از مطالعات بین‌المللی و شیوه‌های آینده‌نگری تکنولوژی

روند جهانی در آینده‌نگری تکنولوژی در این مقاله از دو جهت مورد تحلیل قرار گرفت: مقالات ژورنال‌ها، و روش‌ها و فعالیت‌ها. پیش‌تر بواسطه تعدادی مقاله، ژورنال‌های مرتبط درباره آینده‌نگری تکنولوژی با جستجو در پایگاه داده دوره‌ای SSCI (فهرست استنادات علوم اجتماعی)، سازگار با بازیابی مقالات بین‌المللی، مشاهده شده است. همان‌گونه که روش ارائه آینده‌نگری تکنولوژی در مقالات بین‌المللی متفاوت است، بازیابی آن مطابق با موضوعاتی حاوی "آینده‌نگری تکنولوژی"، "پیش‌بینی فناوری"، "آینده‌نگری فناوری"، "پیش‌نگری فناوری"، "پیش‌بینی فناوری"، یا "پیش‌نگری فناوری" انجام شده است. این امر بیشترین پوشش جامع را ارائه می‌دهد و در این راستا ۴۱۶ مقاله ژورنالی را بدست آمده است (۲۰۱۵-۱۹۶۷).

ترکیب شیوه‌های آینده‌نگری تکنولوژی و روند تحقیقات، که در شکل ۱ نشان داده شد، روش‌های جهانی آینده‌نگری تکنولوژی را می‌تواند به دو مرحله تقسیم کند. اول، مرحله اکتشافی که قبل ۱۹۹۰ رخ داد، زمانی که فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی در ابتدا آغاز شده بود، و کشورهای اندکی چنین روش‌هایی را سازماندهی کرده و انجام داده بودند. علاوه بر این، آینده‌نگری تکنولوژی ژاپن سرآمدترین آنها بود. تعدادی از مقاله ژورنال‌ها از سال ۱۹۷۱ تا ۱۹۹۰ بطور مرتب هر پنج سال یکبار تغییر کرده است، که همزمان با فعالیت‌های در حال انجام آینده‌نگری تکنولوژی ژاپن در هر پنج سال است. این بدین معنی است که فعالیت تکنولوژی ژاپن، مطالعه اکادمیک جهانی را قبل از ۱۹۹۰ هدایت کرده است.



شکل ۱. تعدادی از مقالات ژورنالی بین‌المللی TF در پایگاه داده SSCI (۲۰۱۵-۱۹۶۷)

مرحله توسعه سریع از سال ۱۹۹۰ تا حالا متغیر بوده است. از ۱۹۹۰ تا اوایل قرن بیست و یکم، دانشگاهیان و دولت کشورهای مختلف بتدریج شروع به کشف اهمیت آینده‌نگری تکنولوژی کردند. کشورهای زیادی مانند بریتانیا، چین، فرانسه، آلمان، ایتالیا، هند، و کره جنوبی فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی را راه اندازی کردند؛ تعداد کشورهایی که فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی را انجام می‌دهند، به‌طور قابل توجهی افزایش یافت. بعد از اوایل قرن بیست و یکم،

تعداد کشورهایی که فعالیت آینده‌نگری تکنولوژی را در پیش گرفتند، همچنان در سراسر جهان افزایش یافته و میانگین مقالات ژورنالی سالانه در نتیجه، اهمیت آینده‌نگری تکنولوژی (شکل ۱)، به اوج خود رسیده است. موضوعات مهم تکنولوژی و روند توسعه آنها، که توسط فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی شناسایی شده، مراجع مهمی برای فهم روند توسعه در علم و فناوری، و برای ترویج ملی مزایای رقابتی جدید هستند. در حال حاضر، فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی کشورها پنج مشخصه اصلی دارد:

اول، آینده‌نگری تکنولوژی نه تنها روی توسعه علوم و فناوری آینده تمرکز می‌کند، بلکه روی کشش بازار هم متمرکز است. عبارتی دیگر، آینده‌نگری تکنولوژی شامل انتخاب فناوری‌های حیاتی، همچنین شناخت خواسته‌های اجتماعی و اقتصادی است. بعنوان مثال، مطالعات آتی توسط فعالیت‌های بزرگ-مقیاس آینده‌نگری تکنولوژی در چین اولویت قرار گرفته است. بجای پیروی کامل از دپارتمان‌های دانشگاهی یا طبقه‌بندی فنی، روی نکات کلیدی مطابق با تقاضاها تأکید شده است. علاوه بر این، برنامه ریزی S & T برای مسیرهای توسعه فناوری و انتخاب استراتژی توسعه می‌تواند با ایجاد دیدگاه اجتماعی آینده صورت گیرد.

دوم، تمرکز بیشتر روی چشم اندازهای آینده برای حمایت از تحولات در تولید و رشد صنعتی بوده است. در اوایل سال ۲۰۱۰، دفتر امور بین‌الملل بریتانیا گزارشی از تکنولوژی و نوآوری‌های آینده: فرصت‌های رشد بریتانیا در سال ۲۰۲۰، منتشر کرده است: که در آن یکی از پیام‌های کلیدی این است که "فرصت‌های قوی برای رشد در اقتصاد بریتانیا از سال ۲۰۲۰ وجود دارد، البته اگر تجارت بتواند قابلیت‌های علمی و صنعتی را برای استفاده از تحولات فن‌آوری فعال در تولید، زیرساخت‌ها و اینترنت را مهار کند". همچنین حوزه مشابهی گزارش دیگری از آینده ساخت و تولید، در سال ۲۰۱۳ منتشر کرد: یک دوره جدید از فرصت و چالش برای بریتانیا. تحلیل و پیشنهاد این گزارش به دولت کمک خواهد کرد تا پشتیبانی خود را در صنعت ساخت تقویت کند. این روند نیز در چین ظهور پیدا کرد.

سوم، متخصصین تحقیق از زمینه‌های گسترده‌تری وارد می‌شوند. بتازگی، به استثنای کارشناسان فناوری، فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی بطور وسیعی دولت‌ها، شرکت‌ها و عامه مردم را درگیر کرده است، بنابراین دانش آینده و سناریوهای فناوری می‌تواند با دیدگاه‌های وسیع‌تر و جامع‌تری ایجاد شود. اخیراً برخی از کشورها بررسی‌های آینده‌نگری تکنولوژی را با افشای پرسشنامه‌های اینترنتی خود به مردم انجام داده‌اند. فعالیت‌های اخیر کشور چین که در باب آینده‌نگری تکنولوژی انجام می‌شود، نیز اهمیت بیشتری برای بازخورد از حوزه‌های تجاری و مردم بدست آورده است.

چهارم، افزایش نگرانی در مورد تکنولوژی نوظهور و نوآوری مخرب وجود دارد. نوآوری مخرب بطور چشمگیری روی ساختارهای صنعتی، از مسافرت تا فروش رایانه تا ارتباطات تأثیر گذاشته، و اغلب تغییر اجتماعی را در این فرآیند ایجاد می‌کند، اگرچه تغییر اجتماعی ناشی از نوآوری‌های مخرب عمدتاً ناخواسته است (کریستنسن و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین، کشورهای متعددی روی پویا و تحلیل تکنولوژی‌های مخرب مخصوصاً، با استفاده از روش‌های کمی یا سوال‌هایی مانند کدام تکنولوژی مخرب‌تر است، تأکید داشتند.

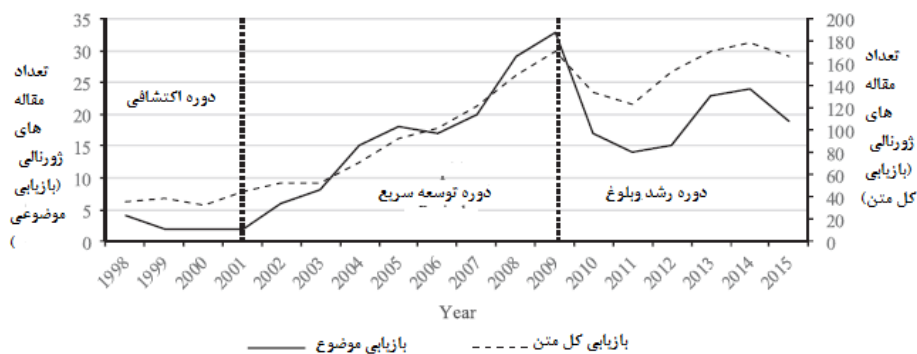
پنجم، در کشورهای مختلف، سازمان‌هایی که فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی انجام می‌دهند، نسبتاً پایدار هستند، که برای جمع‌آوری و وراثت دانش مفید می‌باشد. با این پنج بررسی در سال ۱۹۹۲، مؤسسه علوم و تکنولوژی ملی ژاپن به‌عنوان یک مؤسسه بزرگ برای پیاده‌سازی فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی تبدیل شد؛ در آلمان، هردو وزارت

آموزش و تحقیقات فدرال و موسسه فرانهورفر (Fraunhofer) برای تحقیقات سیستم‌ها و نوآوری‌ها نقش مهمی در فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی ایفا می‌کنند. فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی ملی چین نیز توسط مؤسساتی همچون آکادمی علوم و فناوری چین برای توسعه (CASTED) تحت وزارت علوم و تکنولوژی (MOST)، و موسسه سیاست و مدیریت (IPM) تحت آکادمی علوم چین (CAS) پیاده‌سازی و اجرا شد.

۲. روش‌ها و روندها در مقالات ژورنال‌ها و شیوه‌های دولتی آینده‌نگری تکنولوژی در چین

پایگاه داده CSSCI (شاخص نمایه‌های مجموعه علوم اجتماعی) برای جستجوی مقاله‌های ژورنالی چین مرتبط با آینده‌نگری تکنولوژی و در نهایت برای درک روند مطالعات آینده‌نگری تکنولوژی استفاده می‌شود. بعضی از محققان و مؤسسات چینی (مانند CASTED و MOST)، روی پیش‌نگری فناوری سرمایه‌گذاری می‌کنند تا آینده‌نگری تکنولوژی را بیان کنند. بنابراین، بازیابی این تحقیق از پایگاه داده CSSCI، موضوع و متن کامل "آینده‌نگری تکنولوژی" یا "پیش‌نگری فناوری" را بررسی می‌کند. این زمان شروع بازیابی از سال ۱۹۹۸ بوده زیرا CSSCI در سال ۱۹۹۸ تأسیس شد. در نتیجه، ۲۶۸ مقاله ژورنالی چین برای "بازیابی موضوع" و ۱۸۸۹ مقاله برای "بازیابی کل متن" از سال ۱۹۹۸ تا سال ۲۰۱۵ بدست آمد.

شکل ۲ نشان می‌دهد که تعدادی از مقالات ژورنالی چین به تدریج و به آرامی از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۱ افزایش یافته است. شیوه‌های آینده‌نگری تکنولوژی پی در پی در چین در طول این دوره راه‌اندازی شده بودند. وزارت علوم و فناوری در سال‌های ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۵ فناوری مهم ملی را سازماندهی و اجرا کرد، و ۲۴ فناوری حیاتی را در زمینه‌های اطلاعاتی، زیست‌شناسی، تولید و مواد انتخاب کرد. دستاوردهای مربوطه در "برنامه‌ریزی علم و فناوری پنج ساله" اعمال شد. علاوه بر این، این موضوع برخی از دپارتمان‌ها و مناطق را مجبور به انجام فعالیت‌های انتخاب فناوری‌های مهم می‌کند تا برای فرمولاسیون برنامه‌ریزی علم و فناوری آنها بکار گرفته شود. MOST و دیگر مؤسسات، فعالیت‌های پیش‌بینی فردی را از سال ۱۹۹۷ تا ۱۹۹۹، با توجه به توسعه فناوری در سه زمینه کلیدی انجام داده‌اند: کشاورزی، اطلاعات، و تولید پیشرفته. نتایج این فرمولاسیون برای "برنامه‌ریزی علم و فناوری پنج ساله" مورد استفاده قرار گرفت. در همین حال، تجربه فراوانی، از نظر تئوری و عملی، بدست آمده و شبکه‌ای از پرسنل متخصص در مطالعات آینده‌نگری تکنولوژی بوجود آمد (زو و یانگ، ۲۰۰۵). متعاقباً، آینده‌نگری تکنولوژی چین به یک دوره اکتشافی تبدیل شد.



شکل ۲. تعدادی از مقالات ژورنالی چینی در پایگاه داده CSSCI (۱۹۹۸-۲۰۱۵)

در آغاز قرن بیست و یکم، تعدادی از مقاله ژورنال‌های چینی در سال ۲۰۰۹، به‌طور چشمگیری افزایش داشته است. با توجه به اقدامات آینده‌نگری تکنولوژی، و بویژه از آنجایی که پکن و شانگهای در سال ۲۰۰۱ در راه‌اندازی فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی منطقه‌ای پیشگام بودند، فعالیت‌های سرتاسری آینده‌نگری تکنولوژی به‌سمت مقیاس وسیع‌تر و گسترده‌تری کشش داشته، درست همان‌طور که یک جرقه می‌تواند یک آتش‌سوزی آغاز کند. این IPM/CAS برنامه‌ای از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۵ برای "آینده‌نگاری تکنولوژی به‌سمت سال ۲۰۲۰ در چین"، براساس یک تحلیل عمیق و توصیفی از نیازهای اصلی علم و فناوری برای ایجاد یک جامعه موفق ایجاد کرده است. این موضوع توسط تحلیل سناریوها، بررسی بزرگ مقیاس دلفی و پانل‌های تخصصی انجام شده است. دو مرحله از بررسی‌های دلفی بطور مستقیم برای هشت حوزه تکنولوژی از جمله اطلاعات، فناوری ارتباطات و الکترونیک، فناوری پیشرفته تولید، فناوری بیوتکنولوژی و دارویی، فناوری انرژی، فناوری شیمی و شیمیایی، فناوری منابع و محیط زیست، علوم و فناوری فضایی همچنین علوم و فناوری مواد انجام شده است. بیش از ۷۰ کارشناس فناوری چینی و بیش از ۴۰۰ متخصص به ۸ گروه متخصص و ۶۳ گروه متخصص زیرشاخه فناوری به ترتیب دعوت شدند. در نهایت، ۷۳۷ موضوع اساسی فناوری انتخاب شد. بیش از ۲۰۰۰ متخصص سراسری پرسشنامه را تکمیل کرده، به‌طور مستقل موضوع اهمیت فناوری را مورد ارزیابی قرار داده‌اند و زمان اتمام آن، احتمال پیاپی‌سازی، سطح تحقیق و توسعه فعلی چین، کشورهای پیشرو بین‌المللی و موانع توسعه را برآورد کردند. در نهایت، آنها مهم‌ترین موضوع فناوری برای ۲۰ سال آینده در چین را انتخاب کردند؛ بعلاوه، دستاوردهای تحقیقاتی آنها بصورت جزئی در برنامه توسعه ملی علمی و تکنولوژیکی و بلندمدت و برنامه‌ریزی علم و فناوری یازدهمین پنج سال CAS به‌منظور ارائه پشتیبانی قوی برای سیاست‌گذاران علم و فناوری بکار گرفته شده بود (مو و همکاران، ۲۰۰۸).

دیگر فعالیت آینده‌نگری تکنولوژی توسط MOST از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۵ صورت گرفت، و به ۹ حوزه از جمله اطلاعات، بیولوژی، مواد جدید، تولید پیشرفته، منابع و محیط زیست، انرژی، کشاورزی، جمعیت و سلامت و امنیت عمومی اشاره کرده است. بیش از ۱۲۰ فناوری حیاتی ملی با بررسی ۳۹۸۱ متخصص، و ارزیابی بیش از ۱۰۰۰ فناوری اختیاری انتخاب شده بودند (ونگ ۲۰۱۵). این بررسی از فعالیت‌های قبلی آینده‌نگری تکنولوژی که توسط MOST صورت گرفت، علمی‌تر و سیستماتیک‌تر است. عقیده متخصصین در زمینه‌های مختلف به‌طور جامع برای تحلیل روند توسعه و جهت توسعه علم و فناوری در ده سال آینده یکی شده است. بعلاوه، گروه‌های مهم فناوری انتخاب کرده بودند که ترجیحاً باید برای ارائه اطلاعات اساسی در سیاست‌گذاری علم و فناوری، استراتژی توسعه و برنامه‌ریزی چین توسعه داده شوند.

تعدادی از مقالات ژورنالی از سال ۲۰۰۹ ثابت بوده است (شکل ۲). فعالیت‌های دولتی آینده‌نگری تکنولوژی وارد مرحله جدیدی بنام، دوره بلوغ شده است. این بدین معنی نیست که فضای توسعه‌ای برای آینده‌نگری تکنولوژی چین وجود ندارد؛ درمقابل، این امر یک پایه برجسته برای توسعه آتی آینده‌نگری تکنولوژی است. از یک دیدگاه منطقه‌ای، کمیسیون علمی و فناوری شهرداری شانگهای (STCSM) از سال ۲۰۰۱ روی آینده‌نگری تکنولوژی تمرکز کرده است، و به مؤسسه علمی شانگهای (SISS) برای انجام آینده‌نگری تکنولوژی منطقه‌ای اجازه داده است. اخیراً، SISS به یک نیروی در حال ظهور در آینده‌نگری تکنولوژی منطقه‌ای چین تبدیل شده است. از سوی STCSM، عمدتاً SISS فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی را در سطح منطقه‌ای انجام می‌دهد، و به‌طور همزمان تئوری‌های آینده‌نگری

تکنولوژی را بررسی می‌کند. بعلاوه، متخصصین آینده‌نگری تکنولوژی برای ارائه مشاوره و پیشنهادات به پروژه‌های فنی و علمی شانگهای، و برای ارائه تعداد قابل توجهی از پیشنهادات برنامه‌های بلند-کوتاه مدت سالانه، همچنین گزارش‌های آینده‌نگری تکنولوژی بکار گرفته شدند، که به زمینه‌های اطلاعات، بیولوژی، مواد جدید، تولیدات پیشرفته، و توسعه اجتماعی مرتبط هستند. بعلاوه، بیشتر این پیشنهادات از فرمول‌بندی برنامه‌ریزی‌های علم و فناوری بلند-کوتاه مدت شانگهای حمایت می‌کنند. علاوه بر یکن و شانگهای، جایی که آینده‌نگری تکنولوژی جلوتر از بقیه صورت گرفت، استان‌ها و شهرهایی مانند ووهان، یوننان و شاندونگ، نیز چنین فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی را با توجه به زمینه‌های اطلاعاتی، بیولوژی، مواد جدید و پزشکی راه‌اندازی کردند. همچنین برخی از استان‌ها و شهرها گزارشات منطقه‌ای آینده‌نگری تکنولوژی را به‌منظور پشتیبانی فرمول‌بندی سیاست علم و فناوری محلی منتشر کرده‌اند.

۳. بررسی و تحلیل روش‌های آینده‌نگری تکنولوژی در چین

روش‌های کیفی تا حدودی محدود هستند، و برنامه‌های کاربردی آنها در ترکیب با روش‌های کمی و نیمه-کمی قادر به بهبود ماهیت علمی آینده‌نگری تکنولوژی است. یک بررسی دلفی به‌طور گسترده‌ای در مقالات ژورنالی و عملی مورد استفاده قرار گرفت. سوئی و همکاران (۲۰۰۴) یک روش دلفی بازار مطرح کردند که برای آینده‌نگری تکنولوژی در یک سطح متوسط و کوچک کارآمد است. زو (۲۰۱۱) مفهوم رهنگاشت تکنولوژی مشترک و روش دلفی را ارائه کرده، و تشکیل یک گروه حرفه‌ای، از جمله یک رهنگاشت تکنولوژی و یک گروه بررسی دلفی که به‌طور همزمان عمل می‌کنند را پیشنهاد کرد، در این پروسه، اشتراک‌گذاری اطلاعات پویا بین این گروه‌ها برای دستیابی به یک هدف مکمل انجام می‌شود. با توجه به تفاوت‌های فاحش بین این دلفی‌ها و دلفی‌های کلاسیک، دلفی‌های قدیمی بیشتر برای پیش‌بینی تکنولوژی شرکت مناسب است و تأکید زیادی بر تقاضای بازار دارد.

مقالات ژورنالی بدست آمده از پایگاه داده CSSCI ذکر می‌کند که روش علم‌سنجی بصورت وسیعی در مقالات منتشر شده در چین، بجز برای روش دلفی، مورد بحث قرار گرفته است. دلفی قبلی یک روش کمی است که در ابتدا مورد استفاده قرار گرفت و هنوز بکار گرفته می‌شود؛ بعلاوه، با توجه به اینکه مقالات ژورنالی منابع خوبی از اطلاعات فنی و علمی هستند، ثبت اختراعات نشان‌های مستقیم فعالیت‌های علمی و فناوری است، هم مقالات ژورنالی و هم ثبت اختراعات می‌توانند برای تحلیل توسعه تاریخ، جنبه‌های تحقیق و شرایط رقابتی علم و فناوری، همچنین برای کارشناسی فناوری‌های در حال ظهور پذیرفته شوند. به‌طور ویژه، نه تنها منابع داده قابل اعتماد و پایدار است، بلکه یک تحلیل علم-سنجی نیز می‌تواند قوانین و روندهای زمینه‌های تکنولوژی را نمایش دهد. حوزه‌های کتاب‌شناختی، تحلیل ثبت اختراع، و دانش نگاشت، همگی متعلق به روش علم‌سنجی هستند، و مزایای منحصر بفردی در بررسی قوانین توسعه علم و فناوری و نقاط تکنولوژیکی تحقیق دارد، اما معایب آن نیز این است که برای آینده‌نگری بلندمدت مناسب نیستند (کیائو، ۲۰۱۳؛ ونگ و ونگ، ۲۰۱۰). با پیاده‌سازی فعالیت‌های دولتی آینده‌نگری تکنولوژی در چین، روش‌شناسی، بسیار متنوع‌تر شده است. در مقابل، اگرچه دیگر روش‌های کمی مانند شبیه‌سازی دینامیک سیستم، در عملیات منطقه‌ای و صنعتی آینده‌نگری تکنولوژی بکار گرفته شد، اما هنوز در فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی ملی در چین دخیل نبوده‌اند.

با گسترش مقیاس و دامنه پیش‌بینی فناوری، ضرورت چنین روش‌های پیشنهادی به‌طور فزاینده‌ای محدود شده است، درضمن، روش‌های پیش‌بینی فناوری تمایل دارند متنوع و متحد باشند، با این حال، روش‌شناسی پیش‌بینی فناوری (آینده‌نگری تکنولوژی) با توجه به متخصصین و محققین مرتبط به یک نقطه تحقیق تبدیل شده است. کامرون و همکاران (۱۹۹۶)، یک "ساختار مثلثی" برای روش‌شناسی پیش‌بینی (آینده‌نگری) براساس فعالیت‌های پیش‌بینی فناوری بین‌المللی و اروپایی، به‌منظور تحلیل ده روش از ابعاد خلاقیت، تخصص و ابعاد تعامل پیشنهاد می‌دهند. یک آینده‌نگری تکنولوژی به سرعت در سراسر جهان رشد می‌کند، سیستم روش آینده‌نگری به‌طور فزاینده‌ای غنی می‌شود؛ برای مثال، بسیاری از روش‌های کمی ظهور کرده‌اند. بنابراین، براساس ساختار مثلثی، پروپر (۲۰۰۸) ابعاد "شواهد/ مدرک" را اضافه کرد و "آینده‌نگری لوزی مانند" را پیشنهاد کرد، که حاوی ۳۳ روش‌های آینده‌نگری بوده (شکل ۳) و سه نوع فونت برای نمایش نوع تکنیک‌ها بکار برد: کیفی (از سبک/فونت عادی استفاده کرد)، نیم کمی (از فونت پررنگ استفاده کرد) و کمی (از فونت کلاسیک استفاده کرد).

نمونه‌های مقاله‌های ذکر شده در جدول از نتایج بازیابی موضوعات پایگاه داده CSSCI انتخاب شده است، که در آن بیشتر مقالات اقدامات TF منطقه‌ای یا صنعتی هستند. بیشتر روش‌های فهرست شده در جدول ۲ اساساً در وسط "آینده‌نگری لوزی شکل" و یا نزدیک به بُعد شواهد و مدارک واقع شده است. متناوباً، روش‌های اعمال شده در بیشتر سطح ملی اقدامات TF در جدول ۱ فهرست شده است، و مخصوصاً آخرین آنها، تقریباً به ابعاد خلاقیت، تخصص و تعامل نزدیک‌تر است، که بیشتر با "ساختار مثلثی" هماهنگی دارد.



شکل ۳. آینده‌نگری لوزی مانند

جدول ۱. روش‌های آینده‌نگری تکنولوژی در چین (در سطح ملی)

دوره	فعالیت TF	مدت زمان پیاده‌سازی	حامیان عمده	محتوای پژوهش	زمان آینده‌نگری
دوره اکتشاف	انتخاب تکنولوژی مهم ملی	۱۹۹۲-۱۹۹۵	کمیته ملی علوم و فناوری؛ مؤسسه علمی و فنی اطلاعات چین	۴ حوزه	ده سال آینده
	انتخاب تکنولوژی اساسی برای توسعه اجتماعی و اقتصادی در ۱۰ سال آینده	۱۹۹۳-۱۹۹۷	کمیسیون برنامه ریزی ملی؛ کمیسیون علوم و فناوری ملی؛ کمیسیون اقتصادی و تجاری ملی	۱۰ حوزه	
	پیش‌بینی فناوری برای حوزه‌های حیاتی ملی	۱۹۹۷-۱۹۹۹	وزارت علوم و فناوری (MOST)	۳ حوزه	-
دوره سریع توسعه	آینده‌نگری تکنولوژی و انتخاب تکنولوژی حیاتی در حوزه‌های تکنولوژی پیشرفته در چین	۲۰۰۳-۲۰۰۵	وزارت علوم و فناوری (MOST)	۹ حوزه	ده سال آینده
	آینده‌نگری تکنولوژی تا سال ۲۰۲۰ در چین	۲۰۰۳-۲۰۰۵	آکادمی علوم چینی (CAS)، مؤسسه سیاست و مدیریت (IPM)	۸ حوزه	تا سال ۲۰۲۰
	تحقیقات استراتژیک درباره ره‌نگاشت‌های توسعه علم و فناوری اکثر حوزه‌ها در چین تا سال ۲۰۵۰	۲۰۰۷-۲۰۰۹	آکادمی علوم چینی (CAS)	۱۸ حوزه	تا سال ۲۰۵۰
دوره رشد و بلوغ	آینده‌نگری تکنولوژی ملی	از سال ۲۰۱۳ راه‌اندازی شد	CASTED/MOST	۱۳ حوزه	۱۰-۵ سال آینده
	تحقیقات استراتژی توسعه مهندسی T & S تا سال ۲۰۳۵ در چین	از سال ۲۰۱۵ راه‌اندازی شد	آکادمی مهندسی چین (CAE)؛ بنیاد ملی علوم طبیعی چین (NSFC)	۸ رشته تکنولوژی مهندسی	تا سال ۲۰۳۵

جدول ۲. روش‌های خاص برای اقدامات TF چینی‌ها در مقالات ژورنالی (سطح منطقه‌ای/صنعتی)

نوع	نمونه‌های مقاله	روش‌ها
مبحث نظری	مشخصه‌ها و روش‌های پیاده‌سازی روش دلفی بازار پیشنهاد شده است (کیو و همکاران، ۲۰۰۴)	دلفی + پنل متخصصان
منطقه‌ای	باتوجه به توسعه فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی در شانگهای مانند نمونه، تحلیل نقاط قوت و ضعف روش دلفی و رن نگاشت تکنولوژی، و ادغام این دو روش زاویه دید جدیدی در توسعه آینده‌نگری تکنولوژی ایجاد می‌کند (زو و ۲۰۱۱)	دلفی + ره نگاشت تکنولوژی
صنعتی	بعنوان مثال؛ صنعت خودروسازی چین درابتدا تکنیک‌های سناریویی را به‌منظور شناسایی نیازهای تکنولوژی بکار گرفت، سپس روش‌های دلفی را برای تکمیل آینده‌نگری تکنولوژی سبز با یک پرسشنامه و مدل آماری مورد استفاده قرار داد که درمقایسه با مدل قدیمی آن بهتر بود (لیو و همکاران، ۲۰۱۱)	دلفی + تحلیل سناریو
صنعتی	روش خوشه‌بندی محتویات پنتت برای خوشه‌بندی اسناد ثبتی مختلف در گروه‌های همگن مورد استفاده قرار می‌گیرد، که برای یافتن فضای کافی برای توسعه تکنولوژی RFID (دستگاه تشخیصی فرکانس رادیو) کاربرد دارد (تریپ و همکاران، ۲۰۱۱)	خوشه‌بندی محتویات پنتت
صنعتی	یک روش ترکیبی از تحلیل کتابشناختی و پنتت برای آینده‌نگری تکنولوژی بااستفاده از رشته تکنولوژی مواد جدید بکار گرفته شد (چنگ و چن، ۲۰۰۸)	کتابشناختی + تحلیل پنتت
مبحث نظری	برنامه کاربردی بازنمایی ابعاد دانش در آینده‌نگری تکنولوژی، بویژه جنبه‌های انتخاب کارشناسان، تعیین حوزه‌ها و موضوعات تکنولوژی، افزایش توانایی آینده‌نگری، ارائه پشتیبانی اطلاعات، و انتشار نتایج تحقیق مورد بررسی قرار گرفت (ونگ و وانگ، ۲۰۱۰)	بازنمایی ابعاد دانش
منطقه‌ای و صنعتی	روش دلفی و تحلیل‌های همبستگی و خوشه‌بندی به‌منظور بحث در مورد توسعه فناوری اطلاعات آتی در شانگهای، با استفاده از آینده‌نگری تکنولوژی فناوری اطلاعات اقتباس شد (لی و همکاران، ۲۰۰۵)	دلفی + تحلیل همبستگی + تحلیل خوشه‌بندی
صنعتی	یک رویکرد دومرحله‌ای آینده‌نگری تکنولوژی پیشنهاد شده است. در طول مرحله اول، تکنولوژی‌های حیاتی توسط کارشناسان سراسر کشور از طریق بررسی دلفی مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفت. در مرحله دوم، یک مدل شبیه‌سازی پویای سیستم به‌منظور برآورد اینکه چگونه مقادیر پارامترهای اساسی در دستیابی به اهداف آینده‌نگری تأثیر می‌گذارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.	دلفی + شبیه‌سازی پویای سیستم
منطقه‌ای و صنعتی	روش‌های ارائه شده حاوی تحلیل معنایی، متن کاوی و ره نگاشت تکنولوژی می‌باشند، و برای تحلیل تقاضا و انتخاب فناوری برنامه‌های بالینی کاربردی جراحی حداقل در پکن مورد استفاده قرار می‌گیرد (لی و همکاران ۲۰۰۹)	تحلیل معنایی + متن کاوی + ره نگاشت تکنولوژی

در نتیجه، از یک طرف، این تحلیل نشان می‌دهد که روش‌های چینی آینده‌نگری تکنولوژی مطابق با قوانین مشابه بین‌المللی است؛ از سوی دیگر، با توسعه سریع علم و فناوری، روش‌های دیگر باید با فرمول‌بندی روش‌شناسی

آینده‌نگری تکنولوژی یکی شود تا دقت و ماهیت علمی نتایج آینده‌نگری تکنولوژی را بهبود دهد. بعلاوه، ادغام آنها بصورت سازگار و منظم نیز امری حیاتی است. علاوه بر این، روش‌شناسی فعلی به‌طور کامل و سیستماتیک در فرآیند کلی آینده‌نگری تکنولوژی جان می‌گیرد که ارزش بیشتری برای بررسی دارد.

۴. آخرین پیشرفت‌های شیوه‌های ملی آینده‌نگری تکنولوژی در چین

تقریباً تمام برنامه‌های قبلی علم و فناوری چین روی مطالعات کامل روندها در علم و فناوری آینده تأکید داشتند. قویترین عامل انگیزشی (محرک) آینده‌نگری تکنولوژی در چین از فرمولاسیون برنامه‌ریزی علم و فناوری منشاء گرفته است. تحقیقات و اقدامات آکادمیک باتوجه به آینده‌نگری تکنولوژی در چین از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۳ آرام گرفت. با این حال، دور جدیدی از فعالیت‌های بزرگ-مقیاس آینده‌نگری تکنولوژی، که توسط دولت در سطح ملی رهبری شد، از سال ۲۰۱۳ توسط CASTED/MOST, CAE, NSFC, CAS صورت گرفت. علاوه بر این، دور جدید آینده‌نگری تکنولوژی با جهت‌گیری به سمت حل چالش‌های بزرگ اجتماعی در سیستم نوآوری ملی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. روش‌شناسی و طرح فرآیند این دور جدید آینده‌نگری تکنولوژی از فعالیت‌های پیشین کامل‌تر بوده است. هر فعالیت تأکید خاص خود را بر هدف داشته و به نوعی، آینده‌نگری تکنولوژی در چین به "آینده‌نگری/پیش‌بینی نوآوری" تبدیل شده است.

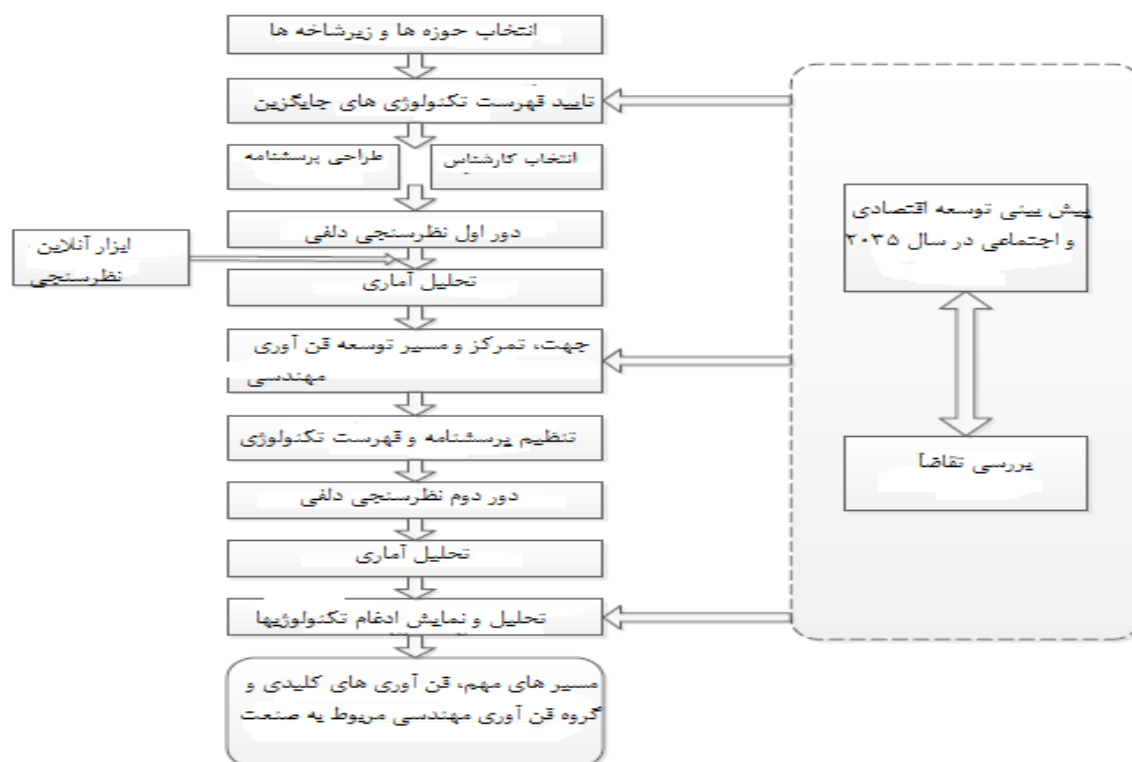
آخرین فعالیت جامع آینده‌نگری تکنولوژی توسط CASTED/MOST راه‌اندازی و سازماندهی شد، و در سال ۲۰۱۳ پیاده‌سازی شد. این فعالیت در سه مرحله، یعنی ارزیابی تکنولوژی، بررسی آینده‌نگری و انتخاب تکنولوژی کلیدی اجرا شد، و یک روش ترکیبی کمی و کیفی با استفاده از نظرسنجی‌های بزرگ-مقیاس دلفی و کتاب‌شناختی اتخاذ کرد (شکل ۴). در حال حاضر، این بررسی شامل ۱۳ حوزه، از جمله اطلاعات، بیولوژی، مواد جدید، تولید، مشاهده و ناوبری زمین، انرژی، منابع و محیط زیست، جمعیت و سلامت، کشاورزی، اقیانوس، حمل و نقل، امنیت عمومی و شهرسازی بوده است. بعد از دور دوم بررسی و نظرسنجی، گروه تحقیقاتی، ۴۲۸ فناوری را ارزیابی و انتخاب کردند، و ۲۸۰ فناوری کلیدی را برگزیدند. تحقیقات بیشتر شامل ره‌نگاشت مهم تکنولوژی، سناریوهای آتی، اثر مقطعی و تحلیل‌های خوشه‌ای فناوری است. شکاف بین چین و سطح پیشرفته جهانی نیز از جنبه‌های وضعیت کلی توسعه S&T و برخی از حوزه‌های عادی S&T مورد بررسی قرار گرفته است؛ لذا تلاشی هدفدار برای ارزیابی سطح درحال توسعه علم و فناوری در چین صورت گرفت.



شکل ۴. چارچوب آینده نگری تکنولوژی ملی (در سال ۲۰۱۳ راه اندازی شد)

CAE و NSFC مشترکاً برنامه "تحقیقات مهندسی راهبردی توسعه S&T تا سال ۲۰۳۵ در چین" را در سال ۲۰۱۵ راه اندازی کردند (شکل ۵). بعضی از روش ها مانند روش های کتاب شناختی، تحلیل پروتکل و رهنگاشت تکنولوژی و دلفی عملاً به کار گرفته شد، و وقفه بین دو دوره بررسی های دلفی طولانی تر شد. فهرست اولین دوره فناوری های اختیاری شامل یازده حوزه بود، و ۹۳ زیرشاخه و ۸۳۳ تکنولوژی را دربر داشت. در اکتبر سال ۲۰۱۵، دور اول بررسی های دلفی تکمیل شد. بیش از ۸۴۰۰ متخصص از حوزه ها و بخش های مختلف دعوت شده بودند، و نزدیک به ۳۰۰۰ نفر پرسشنامه را با نرخ مشارکت ۳۵ درصدی کامل کردند، و تقریباً ۳۰۰۰ پرسشنامه از حوزه های مختلف ارائه شده بود. بررسی تقاضاً در زمان مشابه مانند آینده نگری تکنولوژی انجام گرفت، پرسشنامه بررسی تقاضا براساس شش دیدگاه سال ۲۰۳۵ بوده و ۱۰۲ پرسش پیشنهاد شده بود. بعد از دور اول بررسی دلفی، یک گروه تحقیقاتی از هر رشته یک مطالعه جامع درباره تکنولوژی های مهم و مسیرهای تکنولوژیکی انجام داد، و بویژه تکنولوژی ها ناشی از بررسی های دوره اول با توجه به نتایج بررسی های تقاضا مورد بحث قرار گرفت. زمانی که روند تکنولوژی به طور کامل درک شد، بررسی دور دوم دلفی انجام شد، و بعضی از سوالات بررسی هدفمند برای راحتی ارائه تحقیق اضافه شد. اهداف توسعه ای، حوزه های مهم توسعه، فن آوری های کلیدی که نیازمند دستیابی به پیشرفت هستند، پروژه های عمده مورد نیاز به ساخت، و مسیرهای اساسی تحقیق در توسعه اولویت برای مهندسی علم و فناوری چین تا سال ۲۰۳۵ پیشنهاد

شده بود. سرانجام چنین فعالیت TF، برنامه‌ریزی سیستماتیک علم و فن آوری و توسعه پیشرو برای علوم و فنون مهندسی ملی، همچنین تحقیقات بنیادی در زمینه‌های مرتبط را پشتیبانی می‌کنند.



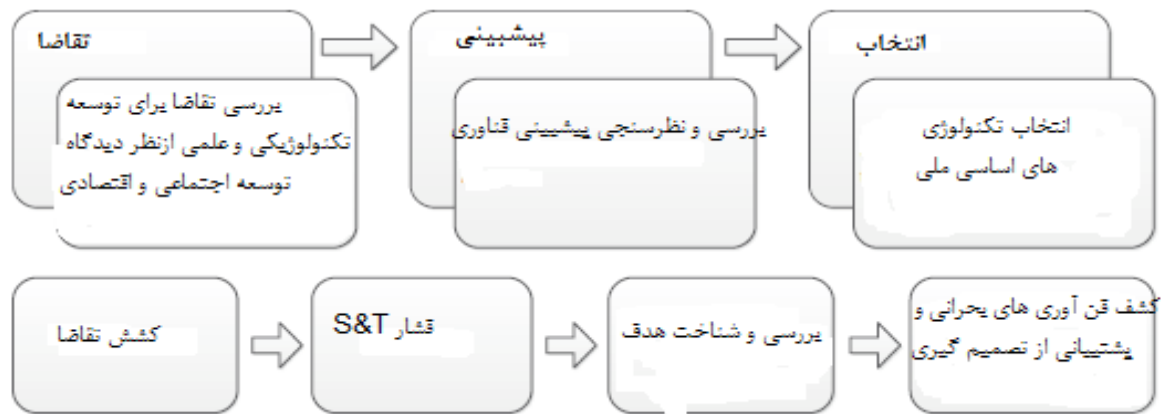
شکل ۵. طرح نموداری از رویکردهای تحقیقات استراتژی توسعه مهندسی S&T تا سال ۲۰۳۰ در چین (از سال ۲۰۱۵ راه اندازی شد)

۵. تأثیر آینده‌نگری تکنولوژی در برنامه‌ریزی S&T

برنامه‌ریزی S&T چین را می‌توان به درجه‌های مختلفی تقسیم‌بندی کرد، که درجه نخست آن شامل فهرست‌بندی عوامل اساسی از جمله اهداف، مأموریت، و اولویت‌های توسعه است. درجه میانی صریحاً روابط پنهان بین عوامل را نشان می‌دهد. درجه بالاتر، استراتژی‌های توسعه را براساس اهداف و ارزش‌های ملی اولویت‌بندی می‌کنند. برنامه‌ریزی کامل S&T به وضوح روابط بین اهداف و تخصیص منابع، همچنین استانداردهای ارزیابی صریح برای تحقق هدف و پیامد پیاده‌سازی را بیان می‌کنند. مطالعات آینده‌نگری تکنولوژی، سازگاری عملکرد دولت در علم و فناوری را تقویت کرده است (یانگ، ۲۰۱۵). زمانی که آینده‌نگری تکنولوژی به سرعت پیشرفت خود را شروع کرد، این عملکرد دولتی S&T در اقتصاد بازار کشورها تعدیل جامعی را بعد از اواسط دهه ۱۹۹۰ تجربه کرده است. این امر را می‌توان در ژاپن، بریتانیا، و کره جنوبی مشاهده کرد. تحقیقات مدیریتی S&T در این کشورها از عملکرد دولتی جدا هستند، و برای مؤسسات حرفه‌ای تخصیص داده شده‌اند.

ابزاری برای درک برنامه‌ریزی سطح اول S&T را زمانی می‌توان کشف کرد که مطالعات راهبردهای ملی S&T در اقدامات آینده‌نگری تکنولوژی بعنوان نتیجه انتخاب ملی و اساسی تکنولوژی کامل شده باشند. شکل ۶ فرآیند اساسی و پایه آینده‌نگری تکنولوژی در چین را نشان می‌دهد که مطالعاتی حاوی تقاضا، پیش‌بینی، و انتخاب است. مجموعه‌ای از

روش‌ها در طول هر مرحله از پیاده‌سازی آینده‌نگری تکنولوژی، از جمله روش طراحی ساختاری، روش انتخاب تکنولوژی‌های جایگزین، طراحی شاخص علمی و گروه متخصص و سیستم‌های تحلیل داده برای برطرف کردن تقاضای تصمیم‌گیری، شکل گرفته‌اند. این روش‌ها می‌توانند نتایج معقول آینده‌نگری تکنولوژی را تضمین کنند.

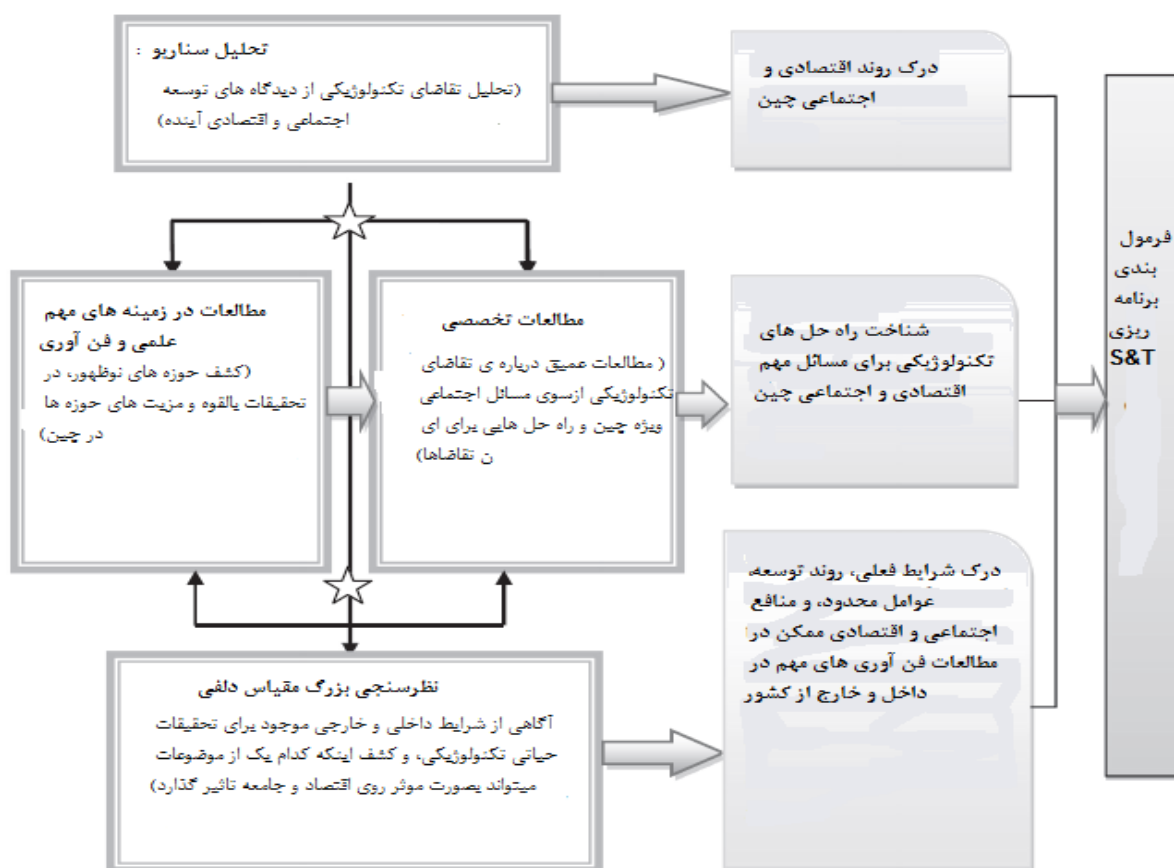


شکل ۶. فرآیند آینده‌نگری تکنولوژی اساسی

ادامه فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی یک فرهنگ آینده‌نگری را شکل می‌دهد، که یک محیط پایدار، مطلوب و لطیف برای برنامه‌ریزی S&T ارائه می‌کند. روش بررسی دلفی کلیدی که برای آینده‌نگری تکنولوژی ملی چین است، مانند یک مجموعه منابع (از جمله مجموعه‌هایی از روش‌های آینده‌نگری، حوزه‌های فناوری و زیرشاخه‌ها، موضوعات فناوری و متخصصین) در طول بررسی و نظرسنجی ایجاد خواهند شد. این امر برای توسعه مداوم آینده‌نگری تکنولوژی مهم است. هدف آینده‌نگری تکنولوژی نه تنها برای قرار دادن فهرستی از تکنولوژی‌های حیاتی بوده که باید در توسعه و پیشرفت اولویت‌بندی شوند، بلکه برای ایجاد پلتفرم شبکه برای دولت، بخش‌های صنعتی، مؤسسات تحقیقاتی، و عموم مردم برای برقراری ارتباط با یکدیگر می‌باشد تا بینشی برای عرضه و تقاضا در روابط بین توسعه فناوری و اجتماعی بدست آورند. بواسطه فرآیندهای آینده‌نگری تکنولوژی، آنها می‌توانند درک جدیدی برای مقابله با چالش‌های آینده بدست آورند، و یک شبکه اجتماعی متصل‌تر و وابسته‌تر ایجاد کنند. مارتین و جان استون (۱۹۹۹) یک بار این نوع ارتباط را بعنوان "آینده‌نگری تکنولوژی برای ارتباط سیستم نوآوری ملی" عنوان کرد.

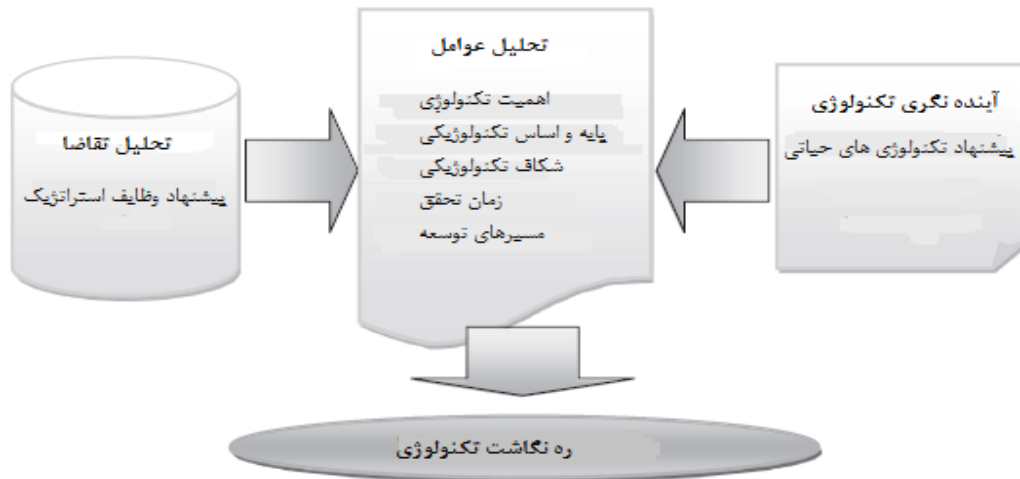
توسعه آینده‌نگری تکنولوژی در کشورهای مختلف نشان می‌دهد که نتایج آن نقش حمایتی مهمی در برنامه‌ریزی S&T ایفا می‌کنند. فعالیت‌های آینده‌نگری تکنولوژی براساس ارتباطات، مذاکره و همکاری بسیار با ارزش هستند. با این حال، اگر نتایج نمی‌توانند نیازهای تصمیم‌گیران را برطرف کنند، آینده‌نگری تکنولوژی نمی‌تواند بطور کامل بکار گرفته شود. بنابراین، ما باید بصورت جامع و مؤثر نتایج بررسی‌ها و نظرسنجی‌های دلفی را تحلیل کنیم، و یک روش سیاستی کامل برای تحلیل معرفی کنیم. به‌طور کلی، آینده‌نگری تکنولوژی بالغ و کامل شامل چهار بخش است: تحلیل سناریو، مطالعه روی نواحی تکنولوژیکی و علمی مهم و نوظهور، مطالعه ویژه، و بررسی بزرگ-مقیاس دلفی (شکل ۷). درحالی‌که تحلیل سناریو می‌تواند به درک اقتصاد و روند اجتماعی چین کمک کند، مطالعات در حوزه‌های مهم و نوظهور تکنولوژیکی و علمی و مطالعات ویژه روی موضوعات معروف می‌تواند راه‌حل‌های تکنولوژیکی را به عمده مسائل

اجتماعی اقتصادی که ممکن است کشور چین در آینده با آن مواجه شود، روشن کند. درضمن، یک بررسی جامع دلفی می‌تواند به محققان در درک موقعیت‌های اخیر، روندهای توسعه، عوامل محدود، و مزیت‌های اجتماعی و اقتصادی ممکن مطالعات تکنولوژی هم در داخل و هم در خارج کمک کند. همه این روش‌ها می‌توانند شواهد مهمی برای فرمولاسیون برنامه‌ریزی ملی S&T ارائه کنند. بنابراین، دستاوردهای آینده‌نگری تکنولوژی می‌تواند برنامه‌ریزی ملی S&T دقیق‌تر و صریح‌تر کند که برای تصمیم‌گیران برای درک روند آتی S&T و واکنش‌های سیاست‌های اختیاری سودمند است.



شکل ۷. آینده‌نگری تکنولوژی و برنامه‌ریزی S&T در چین

کشور چین هنوز هم در شکل‌گیری برنامه‌ریزی S&T با مشکلات سیستماتیک مواجه است، زیرا روابط بین اهداف، مأموریت‌ها، و اولویت‌بندی‌ها در برنامه‌ریزی S&T مطلق است. این روابط به‌طور ضمنی باید از طریق نگاره‌ها نمایش داده شود. یانگ (۲۰۱۵) رویکردی برای پیوستن تحلیل تقاضای استراتژیک به تکنولوژی‌های اساسی از طریق اقدامات آینده‌نگری تکنولوژی پیشنهاد داد (شکل ۸). بعضی از فاکتورهای مهم، مانند اهمیت تکنولوژی، پایه و اساس تکنولوژیکی، شکاف تکنولوژیکی، زمان تحقق، و مسیر توسعه، که ممکن است تکنولوژی‌های اساسی را تحت تأثیر قرار دهد، باید شناسایی شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. سپس مسیر توسعه، محصولات بالقوه و کاربرد دیدگاه‌ها در بازار می‌تواند مشخص شود. از این رو، ره‌نگاشت تکنولوژی می‌تواند براساس فرآیند بالا شکل گیرد.



شکل ۸. تصویری از رویکرد ره نگاشت تکنولوژی

۶. بحث و نتیجه گیری

آینده نگری تکنولوژی توجه زیادی را از سوی دولت، دانشگاهیان و دیگر بخش های صنعتی به خود جلب کرده است. کشورهای توسعه یافته به صورت فعال آینده نگری تکنولوژی را در ابعاد مختلفی انجام می دهند، و برخی از کشورهای در حال توسعه نیز نوآوری هایی برای آینده نگری تکنولوژی ملی بوجود آورده و روی انتخاب تکنولوژی های اساسی مطالعه می کنند. چین یک نقش فعال در توسعه شیوه های آینده نگری تکنولوژی و تحقیق دارد. این مقاله روند توسعه توسط تحلیل کتاب شناختی را پیگیری و تحلیل می کند، و شیوه ها و سیاست های کاربردی دولتی آینده نگری تکنولوژی را بررسی می کند. در این راستا یافته های جالبی نیز پیدا شد.

آینده نگری تکنولوژی، توسعه سریعی در چین داشته است که توجه روزافزونی از سوی محققین آکادمیک و سیاستگذاران دولتی به خود جلب کرده و دوره رشد و بلوغ را آغاز کرد. مطالعات آینده نگری تکنولوژی چینی سه دوره را تجربه کرد: دوره اکتشاف، توسعه سریع، و بلوغ. آینده نگری تکنولوژی برقراری ارتباط و مذاکره را بین دولت، بخش های صنعتی، دانشگاهیان و دیگر بخش های جامعه ترویج می دهد. این امر حائز اهمیت است زیرا سیاستگذاری را بهبود می بخشد و اجرای سیاست را سرعت می بخشد، فرهنگ پیش بینی را انتشار می دهد و یک محیط مطلوب و منعطف را بوجود می آورد. یک فرآیند سیاست گذاری بر اساس مطالعات آینده نگری تکنولوژی، می تواند به سهامداران و ذینفعان مربوطه کمک کند تا به درک مشترک در مورد برخی مسائل مهم و کاهش مانع در اجرای سیاست ها برسند. نتایج اقدامات تکنولوژی می تواند مسائل سخت که ممکن است در آینده با آن مواجه شویم را ارزیابی و برطرف کند. در پیاده سازی عملی آینده نگری تکنولوژی در چین، برخی روش های کمی و نیمه کمی برای بهبود ماهیت علمی آینده نگری تکنولوژی مورد استفاده قرار گرفته است. از طرفی، روش های کیفی در فعالیتهای آینده نگری تکنولوژی چین گنجانده شده اند. براساس عملیات و شیوه های کشورهای چین مشخص شد که بسیاری از مسائل در توسعه و برنامه ریزی فعالیتهای علمی، تکنولوژی، و نوآوری زمانی می تواند حل شود که رویکردهای جامع برای انجام فعالیتهای آینده نگری تکنولوژی، از جمله بررسی بزرگ مقیاس دلفی، تحلیل سناریو، ره نگاشت تکنولوژی، و کتاب شناختی و غیره اتخاذ شوند. مطالعات آینده نگری می تواند روش شناسی های متعددی بسته به دیگر اهداف بکار

گیرد (میسر، ۲۰۱۳). بعنوان مثال، یک ره‌نگاشت تکنولوژی می‌تواند به‌طور واضح روابط متقابل (دو طرفه) ضمنی بین اهداف، مأموریت‌ها و اولویت بندی‌ها در برنامه‌ریزی بلندمدت S&T و همچنین برنامه‌های بلند-کوتاه مدت را نشان دهد. روش سناریو برای تشخیص نوآوری‌های ویرانگر و تکنولوژی‌های نوظهور بیشتر مناسب است، و هدف روش برنامه‌ریزی سناریو، ایجاد نمایش از آینده ممکن و همچنین مسیرهایی که منجر به آن می‌شود است. این امر تقاضاهای تکنولوژیکی در توسعه اجتماعی و اقتصادی را آشکار می‌کند. از دیدگاه شکل‌گیری برنامه‌ریزی S&T، برخی روش‌های آینده‌نگری تکنولوژی می‌تواند کیفیت سیاست‌گذاری خلاق ملی را بهبود بخشند.

پس از گذشت دو دهه بومی‌سازی در چین، روش‌های آینده‌نگری تکنولوژی به‌طور فزاینده‌ای به رشد و بلوغ رسید، که برای اطمینان از نتایج علمی سودمند هستند. با این حال، آینده‌نگری تکنولوژی فعلی در چین ملزم به بررسی راه‌های زیادی برای ایجاد روش‌شناسی خود می‌باشد، چراکه برخی از مسائل هنوز حل نشده باقی مانده است. برای مثال، درحالی که نمایش کامل تأثیرگذاری مثبت علم و فناوری ارائه می‌شود، از برخی تأثیرات منفی باید اجتناب شود: بویژه مسائل زیست محیطی و اخلاقی. علاوه بر این، برنامه‌های کاربردی آینده‌نگری تکنولوژی در برابر برنامه‌ریزی S&T نیازمند یک روش علمی است. بنابراین، روش‌شناسی آینده‌نگری تکنولوژی و برنامه‌ریزی S&T هنوز نیازمند فرصت‌های زیادی برای بهبود هستند. تنها راه این است که این حوزه بتواند به‌طور فزاینده‌ای پیشرفت علم و فناوری را حفظ کند، و نتایج آن را بصورت علمی و کاربردی ترسیم کند. سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری، عمدتاً علمی و دموکراتیک هستند. لذا آینده‌نگری تکنولوژی یک پلتفرم جامع به‌منظور جمع‌آوری ایده‌ها و پیشنهادات فراهم می‌کند، تا به شکل‌گیری این سیاست‌های علمی و دموکراتیک کمک کند.

منابع

1. Cachia, R., Compañó, R., Da Costa, O. (2007). Grasping the potential of online social networks for foresight. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 74 (8), 1179–1203.
2. Cameron, H., Loveridge, D., Cabrera, J., Castanier, L., Presmanes, B., Vasquez, L., Van der Meulen, B. (1996). *Technology foresight: perspectives for European and international co-operation* (Manchester eScholar ID: uk-ac-man-scw: 5b550).
3. Chen, H., Wakeland, W., Yu, J. (2012). A two-stage technology foresight model with system dynamics simulation and its application in the Chinese ICT industry. *Technol. Forecast. Soc. Chang* 79 (7), 1254–1267.
4. Cheng, A.-C., Chen, C.-Y. (2008). The technology forecasting of new materials: the example of nanosized ceramic powders. *Rom. J. Econ. Forecast.* 4, 88–110.
5. Christensen, C.M., Baumann, H., Ruggles, R., Sadtler, T.M. (2006). Disruptive innovation for social change. *Harv. Bus. Rev.* 84 (12), 94.
6. Cui, Z.M., Wan, J.B., Meng, X.H., Shi, Q.F. (2004). Characteristics and procedures of the “Market Delphi Method” for technology foresight. *Sc. Sci. Manag. S. T.* 25, 13–17 in Chinese.
7. Fan, C.L. (2003). Technology foresight and S&T long-term planning. *Sci. Res. Manag.* 24 (6), 6–12 in Chinese.
8. Georghiou, L. (2013). Challenges for science and innovation policy. In: Meissner, D., Gokhberg, L., Sokolov, A. (Eds.), *Science, Technology and Innovation Policy for the Future: Potentials and Limits of Foresight Studies*. Springer Science & Business Media, pp. 233–246.

9. Georghiou, L., Harper, J.C., Keenan, M., Miles, I., Popper, R. (Eds.) (2008). *The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice*. Edward Elgar Publishing, Northampton.
10. Grupp, H., Linstone, H.A. (1999). National technology foresight activities around the globe: resurrection and new paradigms. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 60 (1), 85–94.
11. Li, H., Sun, S.R., Liu, J.Y. (2005). An empirical study on the technological forecasts of important domains about science and technology of Shanghai. *Stud. Sci. Sci.* S1, 101–105 in Chinese.
12. Li, Y., Yu, J.F., Jiang, C.G., Kong, Y. (2009). The expanding approach of technology foresight and its case study. *J. Intell.* 28 (3), 6–9 in Chinese.
13. Liu, G.-f., Chen, X.-l., Riedel, R., Müller, E. (2011). Green technology foresight on automobile technology in China. *Tech. Anal. Strat. Manag.* 23 (6), 683–696.
14. Martin, B.R. (1995). Foresight in science and technology. *Tech. Anal. Strat. Manag.* 7 (2), 139–168.
15. Martin, B.R., Johnston, R. (1999). Technology foresight for wiring up the national innovation system: experiences in Britain, Australia, and New Zealand. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 60 (1), 37–54.
16. Meissner, D. (2012). Results and impact of national foresight-studies. *Futures* 44 (10), 905–913.
17. Meissner, D. (2013). Instruments to measure foresight. In: Meissner, D., Gokhberg, L., Sokolov, A. (Eds.), *Science, Technology and Innovation Policy for the Future: Potentials and Limits of Foresight Studies*. Springer Science & Business Media, pp. 43–62.
18. Miles, I. (2010). The development of technology foresight: a review. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 77 (9), 1448–1456.
19. Mu, R.P., Ren, Z.B., Yuan, S.D., Qiao, Y. (2008). Technology foresight towards 2020 in China: the practice and its impacts. *Tech. Anal. Strat. Manag.* 20 (3), 287–307.
20. Popper, R. (2008). Foresight methodology. In: Georghiou, L., Harper, J.C., Keenan, M., Miles, I., Popper, R. (Eds.), *The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice*. Edward Elgar Publishing, Northampton, pp. 44–88 (2008).
21. Qiao, Y. (2013). Application of patent bibliometrics methods in technology foresight—take the subsection of metallurgy as an example. *J. Intell.* 32 (4) (34–37+27, in Chinese).
22. Ren, Z.B. (2008). Research on the methods for innovation policy-making process integrated with technology foresight. *Stud. Sci. Sci.* 26 (5), 994–999 in Chinese.
23. Research Group of Technology Foresight towards 2020 in China, 2006n. *Technology Foresight Towards 2020 in China*. Science Publishing House, Beijing in Chinese.
24. Trappey, C.V., Wu, H.Y., Taghaboni-Dutta, F., Trappey, A.J. (2011). Using patent data for technology forecasting: China RFID patent analysis. *Adv. Eng. Inform.* 25 (1), 53–64.
25. Wang, G. (2015). Analysis and experiences of the 5th round of national technology foresight in China. Report of the 10th Technology Foresight Seminar, Beijing in Chinese.
26. Wang, W.J., Wang, J.P. (2010). Research on mapping knowledge domains' application in technology foresight. *Inf. Sci.* 28 (8), 1127–1131 in Chinese.
27. Xu, L. (2011). The research of technology foresight method: based on Delphi and technology roadmap integration. *Sci. Sci. Manag. S. T.* 32 (11) (37–41 + 48, in Chinese).
28. Xue, J., Yang, Y.W. (2005). A study on technology foresight and its effect on making metaphase-long science and technology programming. *Soft Sci.* 19 (1) (53–55 + 63, in Chinese).
29. Yang, Q.Q. (2015). Consideration of technology forecasting related issues—technology forecasting and macro management of S&T. forum of technical personnel conducted by S&T Innovative Talents of China (STTC) in Chinese.

30. Yuan, L.K. (2015). Characteristics and procedure of the new round of national technology foresight in China. Report of the 10th Trilateral S&T Policy Seminar, Kobe.
31. Zheng, Y.H. (2015). Technology foresight in “China engineering S&T development strategy research towards 2035”. Report of the 10th Technology Foresight Seminar, Beijing in Chinese.