استعراض وآفاق أبحاث تحوّل الفضاء الصناعي في ظل اتجاه استبدال البشر بالآلات

شو وينبو، سون كه بي، وانغ شينغ بينغ

الملخص
مع دخول عصر الذكاء الرقمي، تخضع العلاقات بين الإنسان والآلة لإعادة هيكلة جوهرية، مما يولد نموذجاً جديداً للعلاقات بين الإنسان والفضاء، يُشكّل بدروه الفضاءات التكنولوجية والاجتماعية. يبرز هذا الاتجاه بوضوح خاص في تطور وتحوّل الفضاءات الصناعية. من المنظور التقني والصناعي، تتتبع هذه الدراسة المسار التطوري للعلاقات بين ،الإنسان والآلة، وتؤكّد أنه عند اكتساب الآلات ذاتية مكانية معينة، سيتباين توزيعها الجغرافي باختلاف السيناريوهات مما يستتبع تعديل النظام المكاني للصناعة الحضرية. يُظهر استعراض الأبحاث الرائدة المعاصرة أن التأملات الناجمة عن استبدال البشر بالآلات تتمحور أساساً حول استبدال الوظائف وتحوّل الأنماط الإقليمية، وإعادة تشكيل علاقات الصناعة-المدينة، وتحديث الفضاءات الصناعية الذكية، غير أن التأمل المنهجي في النماذج المكانية الجديدة لا يزال غائباً. وفي ضوء الاتجاهات التكنولوجية الراهنة والمتطلبات العملية، تقترح هذه الدراسة إنشاء إطار تحليل مكاني مشترك قائم على التآزر بين "الإنسان — الآلة — الإقليم — الصناعة"، وتحدّد ثلاثة اتجاهات بحثية ذات أولوية: إعادة توزيع فضاء الإنسان والآلة في ظل إعادة بناء الذاتية الآلية؛ إعادة التوازن بين الصناعة والمدينة في ظل اتجاه نزع الطابع .البشري للفضاءات الإنتاجية؛ الترابط والتآزر بين الفضاءات الإنتاجية المادية والافتراضية
الكلمات المفتاحية: العلاقات بين الإنسان والآلة؛ استبدال البشر بالآلات؛ تحوّل الفضاء الصناعي؛ النموذج المكاني

يُمارس التقدم التكنولوجي تأثيراً معقداً وعميقاً على الفضاء الحضري. في كل مرة تبرز فيها تكنولوجيا جديدة وتُطبَّق صناعياً على نطاق واسع، تُعاد معايرة العلاقات بين الإنسان والآلة تحت التأثير المزدوج للنظام التقني والنظام الاجتماعي، بما ينعكس على التنظيم الداخلي والشكل الخارجي للمدينة. لقد ربط المنظّرون الحضريون أمثال مامفورد مبكراً بين دراسة التقدم التكنولوجي وتطور المدينة، مؤكّدين أن "الثورة التكنولوجية الحقيقية لا تكمن في الابتكارات الآلية، بل في استعادة الرابطة العضوية بين التكنولوجيا والإنسانية"، مُفتتحين بذلك منظراً بالغ الأهمية هو "الرؤية التكنوتاريخية" لدراسة تاريخ التطور الحضري. واليوم، تُعيد تكنولوجيا المعلومات الجديدة والذكاء الاصطناعي دفع المجتمع البشري نحو نقطة حرجة للتحوّل في النظم الإنتاجية؛ وتقف العلاقات بين الإنسان والآلة مرة أخرى أمام معايرة جدّية. فالتكنولوجيات الجديدة لا ترفع الإنتاجية فحسب، بل تُنتج أيضاً فضاءات إنتاجية ذكية، وتُثير في المجتمع قلقاً حاداً بشأن "استبدال البشر بالآلات" — أي استبدال الوظائف البشرية بالآلات. وفي مواجهة أساليب الإنتاج الجديدة واتجاهات تحوّل القوى العاملة والخصائص المكانية للسلاسل الصناعية، تبرز الحاجة إلى مقترحات مكانية جديدة واستراتيجيات تكيف. وبناءً على ذلك، يُعدّ استعراض أبحاث تطور الفضاءات الصناعية من زاوية استبدال البشر بالآلات منظراً بحثياً مهماً لدراسة قوانين التنظيم المكاني وآليات المدينة المستقبلية تحت تأثير .التكنولوجيات الجديدة

السياق: الاتجاهات التكنولوجية لاستبدال البشر بالآلات والتحديات المكانية 1

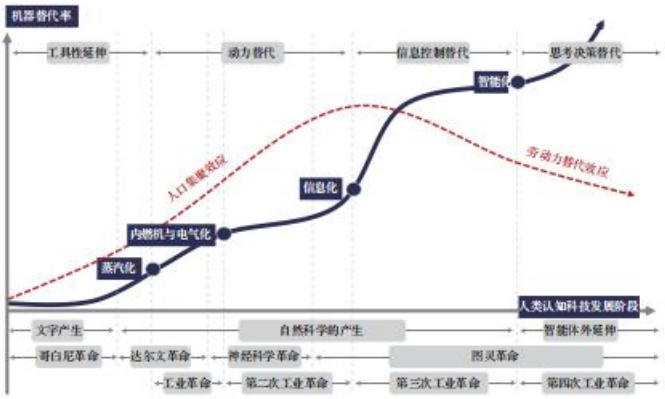
النسب التكنولوجي والخصائص المرحلية لاستبدال البشر بالآلات 1.1

تُمثّل الثورة الصناعية نقطة انطلاق التشكّل المنهجي للبنية الاقتصادية-الاجتماعية الحديثة، كما تُشكّل بداية الاستبدال .المنهجي والشامل للعمل البشري بالآلات. من المنظور التاريخي، يمكن تقسيم استبدال البشر بالآلات إلى أربع مراحل

مرحلة التعزيز الآلي)ما قبل الثورة الصناعية(: في المجتمع الزراعي، كانت الآليات قائمة بوصفها امتداداً فيزيائياً (1) للأعضاء البشرية — فقد شيّد البشر أجهزة ميكانيكية وأداروها، أو استخدموا قوى طبيعية كالرياح أو المياه لتعزيز وظائف فسيولوجية معينة مثل القوة البدنية أو القدرة على التحمل. ورغم اختلاف تعقيد الآليات المختلفة، إلا أنها لم .تكن في جوهرها تختلف عن الرافعة التي ابتكرها أرخميدس واستخدمها

مرحلة استبدال الطاقة)الثورة الصناعية الأولى والثانية(: أتاح اختراع المحرك البخاري والأنظمة الكهربائية للإنتاج (2) البشري تجاوز قيود القوة البشرية والحيوانية والطاقة الطبيعية. فقد عُوّضت عيوب القوة البشرية والحيوانية، وتُغلّبت ،على عيوب عدم استقرار الطاقة الطبيعية. وعلى هذه القاعدة، حصلت الأنظمة الميكانيكية على مصدر طاقة مستقل واستُبدلت القيمة الطاقة للعمل البشري عملياً بالآلات بالكامل. وانزاحت القيمة البشرية نحو المجال التقني — وهو أول .ظهور لتقسيم واضح للعمل بين الإنسان والآلة

مرحلة استبدال التحكم المعلوماتي)الثورة الصناعية الثالثة(: أتاح اختراع الصمامات المفرغة والترانزستورات (3)
التحكم في التيار العالي عبر الجهد المنخفض"؛ ومع البنية القائمة على هندسة فون نيومان، لم تعد الآلة قادرة على"
تنفيذ عمليات الإنتاج الموحّدة وفق التعليمات المسبقة فحسب، بل أصبحت قادرة أيضاً على تبادل المعلومات مباشرة
بين الآلات. وفي القوى العاملة البشرية، تراجع الطلب على العمال ذوي الياقات الزرقاء، وانزاحت أدوارهم تدريجياً من
.المشغّلين إلى المشرفين
مرحلة استبدال القدرة على التفكير واتخاذ القرار)عصر تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي(: تحت تأثير تقنيات تحليل (4)
البيانات الضخمة والتعلم العميق، تجاوزت الآلات قيود التنفيذ وفق البرامج المحددة مسبقاً من قبل البشر، وشرعت في
المشاركة في معالجة المعلومات على المستوى المعرفي، واكتسبت القدرة على التفاعل مع البشر في الوقت الفعلي
واتخاذ القرارات المشتركة. ويتزايد انزياح تقسيم العمل لصالح الآلات. ومع تطور تقنيات واجهات الدماغ وغيرها، لا
.يمكن استبعاد تشكيل حالة اندماج عميق بين الذكاء البيولوجي والاصطناعي في المستقبل
بشكل عام، يمكن تقسيم المنطق التكنولوجي لاستبدال البشر بالآلات إلى بُعدين: الأول، أن الاستبدال يتدرج تدريجياً
من استبدال القوة العضلية إلى استبدال القوة العقلية — وقد ميّز بعض الباحثين على هذا الأساس بين "الثورة الآلية
الأولى" و"الثورة الآلية الثانية"؛ والثاني، تطور نمط إدارة الإنسان للآلات — من الإدارة اليدوية للأجهزة الميكانيكية إلى
إدارة الآلات عبر التعليمات البرمجية والتطور التدريجي نحو الإدارة بالصوت والوعي — وقد طرح بعض الباحثين من
.منظور الإدراك البشري مفاهيم مثل "الثورة المعرفية الثالثة" و"ثورة تورنغ". انظر الشكل 1



الشكل 1 العملية التاريخية الشاملة لاستبدال الآلة

اتجاهات تطور تقسيم العمل بين الإنسان والآلة من منظور فلسفة التكنولوجيا 1.2

مرت العلاقات بين الإنسان والآلة إجمالاً بمراحل تطوير عدة: الأدواتية، والشراكة، والتكامل. في مرحلة الأدواتية، كانت الآلة تُنظر بوصفها امتداداً لأداة الإنسان. وفي مرحلة الشراكة، لم تعد الآلة تُعتبر أداة سلبية بحتة، بل أصبحت تُنظر بوصفها قادرة على تفوّق الإنسان في جوانب معينة وتشكيل تقسيم عمل معه — ومن هنا بَرزت مفاهيم تقنية مثل الحوسبة المشتركة بين الإنسان والآلة". أما اليوم، فقد تجاوز الذكاء الاصطناعي بنجاح اللحظة الحرجة التكنولوجية" غير قابل للتطبيق ← غير مريح ← قابل للتطبيق"، ودخل في الشكل التكنولوجي للآلة الذكية. والآلة الذكية لا تقلّد "سلوك الإنسان فحسب، بل يمكنها محاكاة تفكير الإنسان ووعيه، مما يجعل الحدود بين "الإنسان" و"شبه الإنسان أكثر ضبابية. وقد اعتبر مؤسس السبرانية نوربرت فينر أن العلاقات بين الإنسان والآلة لا ينبغي أن تقتصر على سيطرة الإنسان على الآلة فحسب، بل يجب أن تكون علاقات تعاون وتكامل متبادل، مشيراً إلى أن أهم العلاقات في المجتمع .البشري هي العلاقات بين الإنسان والآلة، وبين الآلات، وبين البشر أنفسهم

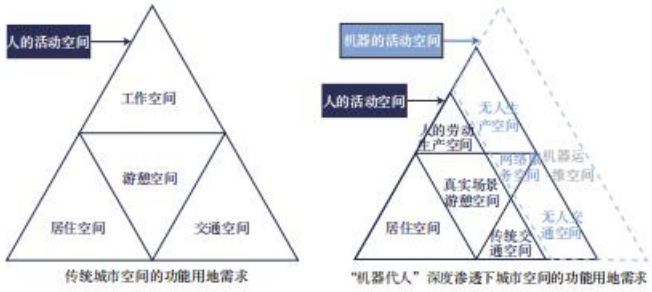
لكن سواء نظرنا بتفاؤل أو بتشائم إلى تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي، فإن استبدال البشر بالآلات يُعدّ اتجاهاً عملياً لا يمكن عكسه. ومع توسّع موضوع تقسيم العمل — من تقسيم العمل البشري البحت إلى تقسيم العمل ثنائي الموضوع والتعاون بين الإنسان والآلة — أصبح تقسيم العمل بين الإنسان والآلة مظهراً مهماً للانقسام الاجتماعي الكبير الرابع للعمل. وفي هذه العملية، يتواجد تأثيران متناقضان في آن واحد: "استبدال الإنسان بالآلة" و"تعزيز الإنسان بالآلة")أو التعاون المتبادل بين الإنسان والآلة"(، أي ما يُسمى بتأثيرات "التعايش التنافسي التكاملي". وبشكل عام، بالمقارنة مع" المواجهة الثنائية المباشرة بين الإنسان والآلة في عصر الآلات الكبيرة، تتولى الأجهزة الميكانيكية الذكية فعلاً دور .المحرّر" المهم، مُحرّرةً "الإنسان" إلى حد ما، لكن العمال يواجهون باستمرار خطر الاستبدال بالآلات الذكية"

ضرورة التحوّل المكاني في أبحاث استبدال البشر بالآلات 1.3

تُمثّل الصناعة الآلية الكبيرة الأساس الإنتاجي للتطور الحضري المعاصر، وتلعب دوراً حاسماً في تشكيل الأفكار والنماذج التخطيطية الحضرية وفي صياغة الأشكال المكانية. وكقاعدة عامة، تُعدّ المناطق الصناعية الفضاءات التي تعكس استبدال البشر بالآلات أكثر ما يكون تركيزاً، لكن عندما لا تمتلك الآلات استقلالية، يتزامن تراكم الآلات مع تراكم السكان الصناعيين. لذلك، وعلى مدى فترة طويلة، رغم أن الآلات كانت تمارس تأثيراً استبدالياً معيناً على العمل البشري)الاستبدال الطاقي أساساً(، فإنها خلقت أيضاً المزيد من الوظائف في عملية التصنيع، وكان تأثيرها على المجتمع قابلاً للسيطرة نسبياً.

وعندما تمكنت الأنظمة الآلية من تبادل معلومات التغذية الراجعة والإدارة المتبادلة، بدأت القوى العاملة البشرية بمغادرة خطوط الإنتاج من المستوى الأول، وبدأ تأثير استبدال البشر بالآلات يتجاوز تأثير تراكم السكان الصناعيين ،الذي أفرزته الصناعة الآلية الكبيرة. وقد عزّز انفجار تقنيات الذكاء الاصطناعي هذا الاتجاه أكثر: ففي القطاع الصناعي ،انفصلت القوى العاملة البشرية تدريجياً عن خط الإنتاج من المستوى الأول، مُنتجةً سيناريوهات المصانع بلا مشغّلين والموانئ الآلية، والمناجم بلا كوادر؛ وفي قطاع الخدمات، تكنولوجيات مثل الخدمات اللوجستية الآلية والقيادة بدون سائق أيضاً في لحظة حرجة لنشرها وتطبيقها على نطاق واسع. وهكذا، ولأول مرة، يمكن لاستبدال البشر بالآلات أن يُزيح القوى العاملة البشرية من فضاءات العمل المألوفة التي تشكّلت منذ نشأة الحضارة الصناعية، وأن يُشترك في إحداث تغيّر جذري في نماذج التنظيم المكاني. ويتضح أن استبدال البشر بالآلات لم يعد مسألة فلسفية أو تقنية أو اجتماعية خفية، بل أصبح تدريجياً مسألة مكانية ظاهرة.

لقد انتبه الباحثون المعنيون في مجال التخطيط الحضري بالفعل إلى التأثير المكاني المحتمل للنموذج التكنو-اقتصادي الجديد: فالتكنولوجيات الجديدة، المتمثلة في تكنولوجيا المعلومات، ستُغيّر بشكل كبير الشكل المادي المكاني وطرق أداء المدن. لكن النقاشات الحالية تدور أساساً على محور "التكنولوجيا — الفضاء"، مثل مناقشة العلاقات بين الفضاءات الافتراضية والواقعية، ولا مركزية وتسطّح الشبكات الوظيفية الحضرية، والتوليف الوظيفي، وغيرها، مع اهتمام أقل بالربط بين "البشر" المستبدلين بالآلات والفضاء. ويرى يان يونغ تشون وآخرون أن تدخل التكنولوجيات الجديدة سيؤدي إلى انتقال علاقات الإنسان-الأرض في المدينة من ارتباط الإنسان-الأرض إلى التفاعل الافتراضي؛ واقترح ،شو وينبو وآخرون نموذج توزيع الإنسان-الآلة في الفضاء الحضري في ظل التعاون العميق بين الإنسان والآلة)الشكل 2(لكن هذا النموذج لا يزال يفتقر إلى أبحاث تجريبية محددة. وبشكل عام، تحتاج التخصصات ذات السمة المكانية، مثل الجغرافيا والتخطيط الحضري، إلى إيلاء الاهتمام بأحدث قضايا استبدال البشر بالآلات، ومن خلال الدراسات النظرية متعددة التخصصات والأبحاث المكانية التجريبية المنهجية، سدّ هذا الفراغ في البحث حول هذه المسألة المحورية للتطور الحضري المستقبلي.



الشكل 2 افتراض تخصيص المساحة بين الإنسان والآلة والاتجاه التطوري لتكوين الأراضي الحضرية

تقدم أبحاث الفضاءات الصناعية في ظل اتجاه استبدال البشر بالآلات 2

تُمثّل الصناعة التحويلية القطاع الذي تدخّلت فيه الروبوتات أولاً، ولها أكبر نطاق تطبيق وتأثير أكثر أهمية. ويُعدّ تحوّل الفضاءات الصناعية ذات الجوهر الإنتاجي بالتأكيد مجالاً بحثياً محورياً لاستبدال البشر بالآلات في المرحلة الراهنة. وفي السنوات الأخيرة، تعمل مختلف المناطق بنشاط على بناء مصانع ذكية ومصانع مظلمة، موجّهة المناطق الصناعية ،نحو الذكاء ونزع الطابع البشري، مما أفرز تأثيرات مكانية متباينة على المقاييس المكانية المختلفة: الإقليمية، والحضرية والمناطق الصناعية، ومصانع الشركات. ويمكن تصنيف الأبحاث ذات الصلة أساساً في ثلاثة اتجاهات.

المستوى الكلي: الاهتمام بالفروق القطاعية والإقليمية لتأثير استبدال الوظائف 2.1

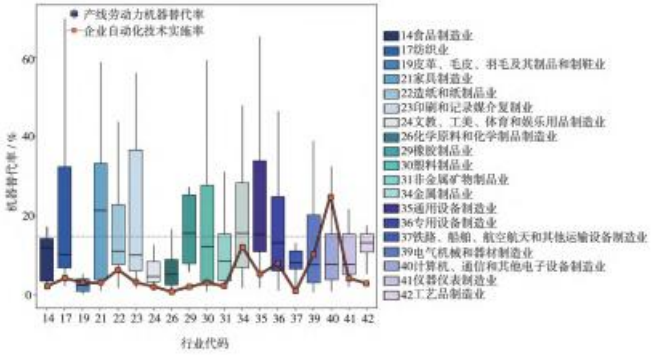
يُعدّ استبدال الآلات لوظائف الإنسان العامل الأساسي الأكثر تأثيراً في تغيير المناطق والفضاء الحضري. تاريخياً، كانت أقدم المخاوف من أن تحلّ الآلات محل البشر صادرةً عن ريكاردو وجون بارتون، اللذين اعتقدا أن الآلات تُزيح العمال وتخلق فائضاً من العمل البشري. وفي أوائل القرن التاسع عشر في بريطانيا، اندلعت حركة اللوديين المشهورة — وهي

انتفاضة جماعية للعمال الذين خافوا من أن تحلّ آلات الإنتاج محل عملهم، وحطّموا آلات الإنتاج احتجاجاً على تطبيق التكنولوجيات الجديدة. ومن المسلّم به عموماً أن تأثير التقدم التكنولوجي على التطور الصناعي والاجتماعي محايد عموماً، وأن تأثير الآلات على تشغيل القوى العاملة يجمع بين "تأثير الإزاحة" و"تأثير الإحداث". ويرى دارون أجوموغلو وآخرون أنه يمكن رفع إنتاجية العمل للتعويض عن استبدال القوى العاملة بالآلات، من خلال إحداث مهام ،جديدة مناسبة للقوى العاملة البشرية. لكن هناك رأياً آخر أن الأتمتة مفيدة للنمو لكنها ضارة بالمساواة. وبشكل عام يحمل تدخل الذكاء الاصطناعي في تشغيل القوى العاملة طابعاً بنيوياً، حيث يرفع الطلب على الوظائف عالية المهارة ومنخفضة المهارة بشكل ملحوظ، بينما تُستبدل القوى العاملة متوسطة المهارة بأكبر قدر، مما يؤدي إلى ظاهرة استقطاب" الوظائف. ومن منظور أنواع المهارات الوظيفية، يؤدي استبدال البشر بالآلات إلى اتجاه تعايش "التحديث" التكنولوجي" و"التدهور الوظيفي" في بعض الوظائف، لكن الوظائف القائمة على "المعرفة الضمنية" أقل عرضة للنسخ .والاستبدال بالروبوتات

ومن منظور التجربة الدولية، يؤدي ارتفاع مستوى الأتمتة والرقمنة في الإنتاج الصناعي فعلاً إلى استبدال جزء من القوى العاملة مباشرة. وفي أبحاث الصناعة التحويلية الأمريكية، رغم أن تركيز رأس المال المعلوماتي يرفع الإنتاجية إلى حد كبير، فإن مستوى التوظيف ينخفض أيضاً بسرعة أكبر، مما قد يؤدي إلى انخفاض الأجور وفائض القوى العاملة. وفي اليابان، يُوجد نحو 55% من الوظائف في حالة يسهل نسبياً استبدالها بأجهزة الكمبيوتر. ورغم أن الصين بالمقارنة مع أوروبا والولايات المتحدة واليابان دولة متأخرة صناعياً وتمتلك مزايا أكثر في تكلفة القوى العاملة، فإن مناطق مثل دلتا نهر اللؤلؤ ودلتا نهر اليانغتسي تشهد بالفعل ظواهر استبدال البشر بالآلات واضحة تماماً، كما تُظهر شركات الإنتاج .ارتباطاً سلبياً كبيراً بين مستوى الأتمتة في الشركات والطلب على القوى العاملة

أما فيما يتعلق بالفروق الإقليمية لاستبدال البشر بالآلات، فإن الصناعة التحويلية في الصين تُظهر عموماً اتجاه "نزع ،"الطابع البشري"، لكن من منظور العلاقة "صناعة — سكان — فضاء"، لم تقع الصين في فخ "إزالة التصنيع المفرط بل هي في حالة إزالة تصنيع صحية مدفوعة بالتكنولوجيا. وبما أن التوظيف في الصناعة التحويلية يُظهر خصائص الاستقطاب"، يواجه العمال التقليديون "البطالة التكنولوجية"، ولم تعد عوامل القوى العاملة تلعب دوراً حاسماً في" النقل الإقليمي للصناعة، ولم تعد الصناعات التحويلية متوسطة التكنولوجيا بعد بلوغ النضج تُعطي الأولوية للنقل إلى المناطق الداخلية ذات تكاليف القوى العاملة الأقل. وتُظهر الصين حالياً ظاهرة تعايش استبدال البشر بالآلات والنقل بين القطاعات للقوى العاملة والعودة الإقليمية في آن واحد، مما يشير إلى أن البنية الثنائية بين المناطق الحضرية والريفية لا تزال قائمة، وسوق العمل لا يزال يتمتع بخصائص إقليمية معينة. وتُظهر بعض الدراسات أن تحديث الصناعة يملك تأثيراً أكثر وضوحاً على رفع تكلفة المنتجات للمؤسسات ذات المستوى الأعلى. كما يمكن لبعض الدراسات من منظور المؤسسات أن تُؤكد الاستنتاجات المذكورة أعلاه: في البيئة الذكية، غالباً ما تهيمن المؤسسات ،واسعة النطاق على البنية الجغرافية للمؤسسات، وعتبة الاستثمار التكنولوجي تؤدي إلى "الأقوياء يصبحون أقوى والضعفاء أضعف"؛ ويسمح تطبيق التكنولوجيات الجديدة للمؤسسات بالتعويض الفعّال عن تأثير ارتفاع أسعار القوى .العاملة وخفض احتمال هجرة المؤسسات

كما يُظهر استبدال البشر بالآلات فروقاً كبيرة بين مختلف القطاعات. وفقاً لأبحاث فريق البروفيسور لي شون، يبلغ مستوى استبدال القوى العاملة في دلتا نهر اللؤلؤ نحو 10%، ومستوى استبدال الآلات في مدينة دونغقوان نحو 16%؛ وأعلى مستويات الاستبدال في تصنيع المعدات العامة، وتصنيع المنتجات المعدنية، وتصنيع المنتجات المطاطية)الشكل 3(. وفي دراسة منطقة شونده بمدينة فوشان، يبلغ مستوى استبدال الآلات في المؤسسات النموذجية مثل ميدية نحو 22%، ومستوى استبدال القوى العاملة بالآلات في قطاع تصنيع الأجهزة المنزلية بمنطقة شونده نحو .%ومتوسط مستوى استبدال القوى العاملة بالآلات في الصناعة التحويلية للمنطقة بأكملها نحو 7.72 ،11.15%



(2014-2016) الشكل 3 مستويات استبدال الآلات حسب القطاع الفرعي للتصنيع في مدينة دونغغوان
وفي السنوات الأخيرة، انتبهت أيضاً أبحاث في تخصصات مثل الاقتصاد الصناعي، واقتصاد العمل، والسكان والموارد والبيئة، إلى تأثير تحديث الصناعة على التوظيف في الصناعة التحويلية، وأجرت قياساً وتفسيراً للتأثير على حجم الوظائف وهيكلها وتدفقها ومستوى دخلها واستقرارها. وتقيس هذه الدراسات أساساً مستوى تحديث الصناعة عبر بيانات غير مباشرة عن السكان والاقتصاد والصناعة والابتكار، وتتحقق من العلاقات بين مختلف العوامل باستخدام النماذج الاقتصادية القياسية، شارحةً آليات عملها، لكنها تفتقر إلى التعميم والتفسير للظواهر المكانية.

2.2 المستوى المتوسط: الاهتمام بتغيرات اختيار الموقع الصناعي وإعادة تشكيل علاقات الصناعة-المدينة
يؤدي التعميق المستمر لعملية استبدال البشر بالآلات إلى إضعاف القوة التفسيرية لنظرية الموقع الصناعي التقليدية للتوزيع الحالي للفضاءات الصناعية. وقد أدّت عوامل مثل تحديث أساليب النقل والخدمات اللوجستية، ونزع الطابع البشري للفضاءات الصناعية، إلى تغييرات كبيرة في علاقات فضاء الإنتاج — المدينة. ويرى فريق البروفيسور هوانغ جينغ نان أن توزيع الفضاءات الصناعية سيتطور في نموذجين: التوجه نحو النقل والتوجه نحو التكنولوجيا. كما تشير دراسات إلى فئات الصناعة وترى أنه ستحدث عدة نماذج: توزيع الصناعة الخفيفة "موجّه نحو الخدمات"، وتوزيع الصناعة الثقيلة "موجّه نحو النقل"، وتوزيع الصناعة الإبداعية "موجّه نحو التكنولوجيا". وبشكل عام، يتضاءل دور تكاليف القوى العاملة في اختيار موقع الفضاء الصناعي باستمرار، بينما يتزايد تأثير عوامل مثل تكاليف النقل، وتكلفة الأراضي، وبيئة الأعمال، وشبكات الابتكار. وتُظهر الأبحاث ذات الصلة في شنتشن أن مراحل مختلفة من العملية الإنتاجية الصناعية تُظهر مكانياً خصائص التمايز، أي أن أنشطة الإنتاج الصناعي تتوزع وفق نموذج "توزيع مستمر متعدد الأقطاب" في أطراف المدينة المركزية، بينما تتوزع أنشطة البحث الصناعي وفق نموذج "توزيع متناثر أحادي القطب" في المدينة المركزية.

أما فيما يتعلق بتغيرات العلاقات المكانية بين الصناعة والمدينة، فإن الإنتاج الذكي يُظهر اتجاه المرونة وسيعزز التحوّل الشبكي للتنظيم الإنتاجي، مُنتجاً فضاءات توليفية تتوافق مع أشكال الأعمال الجديدة. ويُؤدي نمط الإنتاج ما بعد Fordإلى انتقال الفضاءات الإنتاجية على المستوى الكلي من التجميع المتراص إلى التوزيع المتناثر في الأطراف. كما يقسّم بعض العلماء العناقيد الصناعية الذكية المحلية إلى 3 أنواع توزيع: الحديقة، والحضرية، والإقليمية. كما انتبه بعض العلماء إلى تحليل تطور الفضاء الصناعي على مستوى الدوائر الحضرية الكبرى، واكتشفوا خصائص متشابهة، أي أن الضواحي الكبرى للمدن الكبرى تُظهر عموماً اتجاه تدفق السكان العاملين، بينما يستمر السكان العاملون في المناطق المركزية بالمدينة في التكثيف، وخصوصاً أن الكتل المكانية ذات الوظيفة الصناعية التحويلية المهيمنة تُظهر خصائص عدم تطابق حجم السكان مع الأراضي. ولاحظ علماء آخرون القرى المتخصصة واكتشفوا أن تنفيذ "استبدال البشر بالآلات" يمكن أن يعزز توسيع السلاسل الصناعية نحو قطاع الخدمات، مما يمكّن الفضاءات القرية من تحقيق التحوّل التوليفي.

2.3 المستوى الجزئي: الاهتمام بالتنظيم المكاني الجزئي للمصانع والمناطق الذكية
يؤثر التقدم التكنولوجي مباشرةً على الوظائف والأشكال المكانية للمصانع ومناطق المصانع، مما يستتبع تغييرات في تخطيط الفضاءات للمناطق الصناعية. ومنذ نشر "صنع في الصين 2025"، ظهرت في الصناعة الصينية أبحاث متواصلة حول المصانع الذكية، تُوضّح تدريجياً البنية العامة لبناء المصانع الذكية. ومع ذلك، وبسبب القيود المفروضة على الخلفية المهنية، تتركز هذه الأبحاث أساساً على معدات وعمليات الإنتاج التكنولوجية، مما يُعدّ محدوداً إلى حد ما فيما يتعلق بتوجيه تخطيط وبناء الفضاءات الصناعية.

وفي مجالات التخطيط الحضري والعمارة، انتبه بعض العلماء بالفعل إلى اتجاه تغير نماذج استخدام الفضاءات الصناعية نحو التطور الكفؤ والكثيف والمرن تحت تأثير التكنولوجيات الجديدة، معتقدين أنه بالمقارنة مع الفضاءات الصناعية التقليدية، تتغير حاملات الصناعة الذكية بدرجات متفاوتة من حيث الشكل، والمساحة المشغولة، والامتداد، وارتفاع الطابق، والقدرة على التحمل، مما سيطرح متطلبات جديدة على مقياس التوزيع وتخطيط الأراضي الصناعية للحضانات. ومن بينها: حلّل تشن جيا بينغ وآخرون الخصائص القطاعية والمساحة المشغولة لـ 46 "مصنع منارة" في الصين، بمتوسط مساحة أرض لكل مصنع قدره 1.03 كم²، ومقياس المصانع كبير عموماً، لكن هذه الدراسة لم تجرِ مقارنة أفقية بين مصانع المنارة والمصانع التحويلية التقليدية؛ ويرى تشو كاي وآخرون من خلال بحث مصانع المستقبل في هانغتشو أنه على المقياس الجزئي، ستُشكّل الفضاءات الصناعية نموذج أعمال مكثفاً، ونموذج بحث احتضاني، ونموذج شبكة توليفي، ونموذج إنتاج مصانع؛ وترى فريق البروفيسور وي تشنغ أن أنظمة الإنتاج الذكية الجديدة تتحدى نماذج التخطيط التقليدية للفضاءات الصناعية بدرجة معينة، وستؤثر بشكل عميق على الفضاءات الصناعية من جوانب مختلفة: التوليف الوظيفي، وجودة البيئة، وتحديث الحاملات، وتحسين تنظيم الأراضي. وبشكل

عام، يجري الباحثون المخططون التحليل أساساً على مستوى نماذج الفضاءات للحضانات والمصانع، وتوجّه الأبحاث أكثر نحو توزيع الأراضي، والتنظيم الوظيفي، ومقياس وشكل المصانع، وتنظيم تدفقات الإنتاج الداخلية، وضمان البنية التحتية، وغيرها، لخدمة تخطيط وتصميم الفضاءات المادية.

2.4 خصائص أوجه القصور في الأبحاث

من المنظور التخصصي والمقاييس المكانية ومحور الأبحاث، استقطب استبدال البشر بالآلات، بوصفه متغيراً مهماً يؤثر على التطور الاقتصادي والاجتماعي، اهتمام التخصصات ذات الصلة. وقد انتبه كثير من العلماء توقعياً إلى التأثير المحتمل لتطبيق التكنولوجيات الجديدة على الفضاءات الصناعية المستقبلية، وحاولوا اتخاذ قرارات علمية مناسبة من منظور بناء النماذج والنمذجة وممارسة التخطيط. لكن لأن تكنولوجيات جديدة مثل الذكاء الاصطناعي لا تزال في المرحلة الأولية ومرحلة النمو السريع، فإن الاستجابات المكانية متأخرة نسبياً، والظواهر المكانية القابلة للرصد نادرة نسبياً. ولا تزال أبحاث البُعد المكاني تعاني من أوجه قصور في بناء النماذج والأبحاث التجريبية. وتفتقر إلى الأبحاث العميقة حول آليات تطور الفضاء، والتوافق بين العرض والطلب المكاني، والتأثيرات التآزرية بين الصناعة-المدينة-الإنسان، وهناك حاجة ملحة لبناء أطر تفسيرية جديدة. انظر الشكل 4.

分析尺度	区域产业格局层面	产城空间关系层面	厂区/园区空间层面
分析框架	劳动力流动——区域发展	产业变迁——城市空间结构响应	技术应用——新空间利用模式
现有研究的认识论	机器代人的技术属性	工业智能化及其区位变化	智能化产业空间的模式
	机器代人与劳动力市场的地域性	新产业空间的“弹性化”模式	产业用地规模改变
	机器代人的行业属性	产业从中心集聚走向分散、边缘布局	产业空间功能改变
	劳动力的区域迁移	就业由郊区向中心城区流动	产业空间形态改变
	企业的劳动力需求演化	大都市边缘区“产城分离”	智慧基础设施体系构建
涉及学科	产业经济学、劳动经济学、人口资源环境学	城乡规划学、产业经济学、地理学	城乡规划学、建筑学、总图运输等
典型研究范式	生产率提升 就业结构改变 工业智能化 制造业就业 服务业就业 区域就业空间响应 工业智能化对劳动力就业的影响机制	“机器代人”后工业在城市中的分布情形	大型制造甲元空间模式
研究不足	主要关注人，对物质空间的研究不足，缺乏人口—用地关联性研究	主要关注物质空间，对人的研究不足较少关注人在城市空间中的“再流动”	主要聚焦空间本体的功能和形态，缺乏对产业环节微观组织的研究
未来研究潜在方向	机器代人引致的产业用地“无人化”“减人化”现象及其规律	就业空间和产业空间的分化带来的产城空间关系演化趋势	数智化技术驱动下的虚实结合的工业生产系统空间组织模式

الشكل 4 ملخص لإطار البحث القائم حول استبدال الآلات في الفضاء الصناعي

(1) على المستوى الإقليمي، تنطلق الأبحاث الحالية أساساً من منظور خصائص تطور أنماط عوامل القوى العاملة على المقياس الإقليمي الكلي، مع الاهتمام الأساسي بزيادة أو تقليل حجم السكان وتغير التوزيع المكاني، مع تجاهل نسبي لتغيرات حجم وهيكل الأراضي الصناعية، وأقل من الأبحاث حول ارتباط السكان والأراضي. وفي المستقبل، يمكن مواصلة الاهتمام بأبحاث ظواهر وقوانين "نزع الطابع البشري" و"تخفيض الكوادر" للفضاءات الصناعية الناجمة عن استبدال البشر بالآلات.

(2) على المستوى الحضري، توجد الكثير من الأبحاث حول تغير الفضاءات الصناعية وتطور البنية الحضرية، لكن التركيز الأساسي على التغيرات في الموقع، والمقياس، والوظائف، وأشكال حاملات الفضاء المادي، مثل المناطق الصناعية، مع تجاهل نسبي للتغيرات في اختيار التوظيف للقوى العاملة البشرية تحت تأثير استبدال البشر بالآلات وقوانين "إعادة التوزيع" في الفضاءات الحضرية الداخلية. يجب أن تنتبه الأبحاث اللاحقة حتماً إلى التمييز بين فضاء التوظيف (مكان القوى العاملة البشرية) والفضاء الصناعي (مكان الوظائف الإنتاجية)، واستخدام هذا كنقطة دخول لإعادة التفكير في اتجاهات تطور علاقات الصناعة-المدينة.

(3) على مستويات الفضاءات الجزئية للحضانات والمصانع، انتبهت الأبحاث الحالية إلى التغيرات في الوظائف وأشكال الفضاءات المادية للفضاءات الصناعية الجديدة، لكن أبحاث التنظيم الداخلي للفضاءات الصناعية تحت إدارة تكنولوجيات الذكاء الرقمي لا تزال غير كافية نسبياً، وخصوصاً أبحاث نماذج تركيب و"اختيار الموقع الجزئي" لمراحل مختلفة مثل إدارة المؤسسات، والبحث والتطوير، والإنتاج، والمبيعات. هناك حاجة لإعادة التفكير في القوانين المكانية انطلاقاً من نماذج التنظيم الداخلية للأنظمة الإنتاجية الصناعية.

الاستبصارات البحثية: تحوّل النموذج للفضاءات الصناعية تحت التعاون بين الإنسان والآلة 3

إعادة بناء الذاتية المكانية للآلات: من الاستبدال الآلي إلى استبدال النشاط السلوكي 3.1

في مجالات كثيرة مثل العلوم والأدب والسينما، حلمت البشرية دائماً بظهور "حياة سيليكونية" تمتلك ذكاءً شبيهاً بالبشر. وفي عام 1950 بالفعل، صاغ الكاتب الأمريكي للخيال العلمي إسحاق أسيموف في عمله "أنا، روبوت" "قوانين الروبوتات الثلاثة" الشهيرة، التي تُسمى "أساس علم الروبوتات الحديث". واليوم، يمكن للروبوتات أن تولّد أفعالاً مستقلة عبر "الحوسبة السلوكية". ورغم أنها في جوهرها لا تزال أجهزة كهربائية-ميكانيكية، إلا أنها أصبحت بالفعل آلات ذات "نكهة إنسانية". وفي المستقبل، مع ارتفاع مستوى الذكاء، من المرجح أن تندمج الروبوتات البيولوجية بعمق أكبر في المجتمع بوصفها "آخرين بشراً".

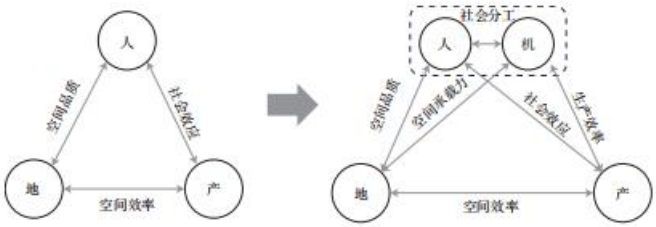
ورغم أن هذه الاستقلالية للروبوتات تقوم على خوارزميات وأنظمة استشعار وضعها البشر، إلا أنها حصلت مع ذلك على "القدرة والحق في اتخاذ القرارات في الموقع" في كثير من السيناريوهات المكانية. ومن المنظور القانوني، أشار بعض المسؤولية القانونية، واقترحوا البنية Subjectsالخبراء بالفعل إلى أنه يمكن إدراج الروبوتات الشبيهة بالبشر في نطاق Subjects الأساسية للإدارة القانونية. ومن منظور تاريخ التفاعل بين التطور التكنولوجي وتطور المدن، ستتوسع حتماً استكشاف واستخدام الفضاء من الإنسان الوحيد إلى "شبه الإنسان" — ستتحرر الروبوتات من سمة الأداة الوحيدة مكانية مستقلة. وخصوصاً في الفضاءات الصناعية، ستتجاوز الآلات في Subjects وتكتسب بدرجة معينة سمات استكشاف واستخدام الفضاء البشر إلى حد كبير، وستعمل على "طرد" البشر و"إزاحتهم" مكانياً.

وبالتالي، لا يحدث التفاعل بين الإنسان والآلة على المستوى الوظيفي فحسب، بل يصبح سيناريو مكانياً منتشراً في مدن المستقبل. ورغم أن هذا "الطرد" و"الإزاحة" المكانيين قائمان على أهداف تحرير الإنسان ورفع الإنتاجية، إلا أنهما سيؤديان فعلاً إلى تغير التوزيع الجغرافي للإنسان والآلات، وسيستتبعان تعديل النظام المكاني للمدينة. وهذا هو المنطق الأساسي لكيفية تأثير تطور العلاقات بين الإنسان والآلة على نماذج تنظيم الفضاءات الصناعية.

تغير منطق توزيع الموارد المكانية: من "ارتباط الإنسان-الأرض" إلى "انفصال الإنسان-الأرض" الجزئي 3.2

نظرياً، عندما تمتلك الروبوتات في آن واحد القدرة الوظيفية والمكانية على استبدال القوى العاملة البشرية، لم تعد الرابطة بين تطور الإنتاجية، وتراكم السكان، وتوسع استخدام الأراضي مستقرة، مما سيعزز إذابة منطق التطور "صناعة مدينة — إنسان" الذي تشكّل منذ الحضارة الصناعية. وسينتقل توزيع الموارد المكانية الحضرية من "ارتباط — الإنسان-الأرض" إلى "انفصال الإنسان-الأرض". وجوهر هذا التحوّل يكمن في أن الرابطة الوثيقة بين الفضاءات الحضرية التقليدية وتوزيع القوى العاملة البشرية في ظل الحضارة الصناعية قد انكسرت؛ وتنفذ التكنولوجيا إعادة تركيب عابرة للمناطق على كل من المستوى الافتراضي والمستوى المادي للعلاقات بين السكان والصناعة والتنظيم المكاني، مما يُحدث تحولات عميقة في الشكل الحضري، والتوزيع الوظيفي، واستخدام الأراضي. أما فيما يتعلق بنماذج التطور الحضري المحددة، فلنفترض أن المدينة لها وظيفة أساسية للإنتاج الصناعي: عندما تصل مراحل الإنتاج المادي إلى درجة عالية من "نزع الطابع البشري"، فإن توسع حجم الصناعة يفقد وظيفة تراكم السكان وتحفيز التحضر. وفي الواقع، نلاحظ بالفعل هذا الاتجاه في بعض المدن، على سبيل المثال، في المدن ذات الصناعة التحويلية المادية المتطورة، مثل يانتشنغ وتشانغتشو، أو في بعض المدن الموارد، توجد ظاهرة "انفصال الإنسان-الأرض" بين انكماش السكان والنمو المكاني. كما يمكن لبعض المدن المدفوعة بالخدمات الحديثة، والإبداع الثقافي، ونمو الاستهلاك أن تشهد في آن واحد نمواً في السكان وانكماشاً في الفضاء، مما يعني ظاهرياً أن التحضر والتصنيع يمكن أن ينفصلا في بعض الحالات أيضاً.

إن ظهور هذا الاتجاه الجديد يمارس تأثيراً كبيراً على مفاهيم وتكنولوجيات التخطيط الحضري الحديثة. فمن المحتمل ألا يكون "تحديد الأرض بالإنسان" المساواتي قادراً على التكيف مع احتياجات التطور المكاني لجميع المدن، على الأقل لا يمكنه أن يعكس موضوعياً احتياجات تطور الإنتاجية. وخصوصاً على المستوى الإقليمي الكلي، سيصبح توزيع الموارد المكانية أكثر تعقيداً، والعلاقة المتشكلة منذ فترة طويلة بين الموقع الصناعي والموقع الحضري ستبدأ أيضاً في الضعف. وفي الحالة القصوى، يمكننا حتى أن نتخيل ظهور نوع جديد من "المدينة بلا بشر" ذات الوظائف المهيمنة للإنتاج "بلا مشغّلين"، والتعدين "بلا مشغّلين"، والموانئ "بلا مشغّلين". لذلك، وفي إطار العلاقات الجديدة بين الإنسان والآلة، يجب بناء إطار تحليلي للتطور التآزري "إنسان — آلة — أرض — صناعة"، مع النظر في الإنسان مشاركة في تقسيم العمل الاجتماعي واستخدام الفضاء الحضري: يجب إعادة النظر في Subjects والآلات الذكية معاً ك مسألة القدرة الاستيعابية للفضاءات الصناعية في ظل الإنتاج الذي تهيمن عليه الآلات، والاستمرار في تحسين جودة البيئة من منظور يركّز على الإنسان؛ يجب الأخذ بعين الاعتبار رفع كفاءة الإنتاج الناجم عن استبدال البشر بالآلات، وأيضاً مراعاة التأثيرات الاجتماعية بعد استبدال القوى العاملة؛ وفي الوقت نفسه، يجب ضمان عرض وتوزيع الفضاءات الصناعية علمياً، ورفع الكفاءة المكانية. انظر الشكل 5.



"الشكل 5 تحول المنطق المكاني من "صناعة الأرض البشرية" إلى "صناعة الأرض البشرية الآلة

تأملات في بناء نماذج جديدة للفضاءات الصناعية تحت التعاون بين الإنسان والآلة 3.3

إعادة التوزيع المكاني تحت إعادة بناء الذاتية الآلية 3.3.1

الآلات ليست بشراً، والآلات تخدم البشر فقط. لكن ما لا يمكن إنكاره: عندما تكتسب الآلات قدرات معينة من النشاط السلوكي الشبيه بالبشر، يجب أن تحتل أيضاً فضاءً، مثل البشر. ونظراً لأنه لا يمكن لجميع الآلات أن تدخل المجتمع البشري بتأثير منخفض، فمن المحتوم أن جزءاً من الآلات عند التطبيق واسع النطاق سيضغط على فضاء النشاط البشري. وعلى قياس قوانين تطور العالم البيولوجي، فالآلات الذكية بوصفها "نوعاً جديداً" يتدخل في النظام الأصلي للفضاءات الصناعية الذي يهيمن عليه البشر، ست تمر حتماً العلاقات بين الإنسان والآلة بمراحل مختلفة من الاستبدال، والتكيف، والتعايش المشترك، والتكامل، مُنتجةً تحت تأثير الألعاب التفاعلية "رد فعل الطرد" للكائن المكاني، ومحققةً تدريجياً نظاماً مكانياً جديداً للتعايش بين الإنسان والآلة. وبالنسبة للمخططين، قد يصبح تنسيق :وتوزيع العلاقات المكانية بين البشر والآلات شرطاً خفياً في عمل التخطيط الحضري والتخطيط الصناعي في المستقبل ،من تنظيم شبكات الإنتاج الإقليمية وشبكات الخدمات اللوجستية، وتنسيق علاقات الميناء-المدينة والصناعة-المدينة إلى تخطيط وبناء مرافق المناطق الصناعية، وتنسيق الوظائف والشكل المعماري مع أنظمة الخدمات اللوجستية ذات المشغّلين/بلا مشغّلين، وتغطية وخدمة البنية التحتية الرقمية، وغيرها، كل هذا يجب أن يراعي في آن واحد الاحتياجات .المتباينة للبشر والآلات لاستخدام الفضاء

إعادة التوازن بين الصناعة والمدينة عند نزع الطابع البشري للفضاءات الإنتاجية 3.3.2

لفترة طويلة، كان زوجا المفاهيم "الفضاء الصناعي" و"فضاء التوظيف" مجرد بُعدين مختلفين للتعبير عن نفس النوع من الفضاء: فالفضاء الذي يحمل وظائف صناعية هو الفضاء الذي يستوعب التوظيف. لكن بعد أن اتضحت تدريجياً اتجاهات استبدال البشر بالآلات، نكتشف أن معنى هذا الزوج من المفاهيم قد طرأت عليه تغييرات دقيقة: فالفضاءات الصناعية ذات الجوهر التحويلي لا يمكن بالضرورة أن تستوعب التوظيف بشكل مكثف، بينما تُظهر فضاءات التوظيف في المدن ذات جوهر المكاتب التجارية والبحث والتطوير خصائص "التوزيع" و"التفكك" — فقد انفصلت الفضاءات الصناعية وفضاءات التوظيف. وهناك عدد قليل من الناس والسيارات في المناطق الصناعية، ويصبح عمال التوصيل وسائقو ديدي خزانات جديدة لاستيعاب التوظيف. وهكذا، مع اختفاء التنقلات الجماعية بين الفضاءات الصناعية والحضرية، تحتاج أيضاً الفضاءات الصناعية والفضاءات الحضرية إلى تحقيق توازن جديد. ويعدّ اتجاهان — تكامل .الصناعة والمدينة و"فصل الصناعة والمدينة" — اتجاهين محتملين للتطور

الترابط والتآزر بين الفضاءات الإنتاجية المادية والافتراضية 3.3.3

،توجّه أعمال التخطيط التقليدية للفضاءات الصناعية أساساً نحو الفضاءات المادية. وتُمثّل إرشادات أنواع الصناعة والتقسيم الوظيفي، وتنظيم النقل، والتصميم المورفولوجي، وتوزيع المرافق المساعدة، وغيرها، الوسائل الأساسية التي يعالج بها المخططون هذه الفضاءات. لكن مع الاقتحام الكامل لعصر الذكاء الرقمي، تدخل الفضاءات الصناعية أيضاً ،مرحلة جديدة من التطور الرقمي والذكي. فبالإضافة إلى الفضاءات المادية المرئية والملموسة مثل ورش المصانع والمقرات الرئيسية، ومختبرات البحث، ونقاط البيع، تُعدّ الفضاءات الافتراضية التي تولّدها تكنولوجيات السحابة الصناعية، والإنترنت الصناعي، والبيانات الضخمة الصناعية أيضاً جزءاً مهماً من النظام الإنتاجي. وهذه الشبكات الإنتاجية المبنية على تدفقات المعلومات وقدرات الحوسبة تخلق ظروفاً للتنظيم العابر للمناطق والتوزيع المنفصل "لمراحل الإدارة المختلفة، والبحث والتطوير، والإنتاج، والمبيعات في المؤسسات. وفي الاتجاه العام للتطور "التوزيعي للتوزيع المكاني للإنتاج الصناعي، ورغم أن الشفرات والخوارزميات لا يمكنها تحويل الفضاء المادي مباشرةً، إلا أنها تعيد إلى حد ما بناء المنطق الكامن لتوزيع وتشغيل الفضاءات الصناعية، وتحدد النشاط السلوكي للأفراد البشريين والروبوتات في النظام الإنتاجي الصناعي. لذلك، لا يحدث التآزر المكاني بين الإنسان والآلة في الفضاءات الصناعية التقليدية المحددة فحسب، بل أيضاً في الفضاءات الرقمية. وقد انتبه مجتمع المخططين بالفعل إلى الدور المهم للذكاء

الاصطناعي والخوارزميات في التنظيم المكاني والإدارة المكانية. ويحتاج المخططون إلى جلب المزيد من التفكير السحابي" في تصميم الفضاءات الصناعية، والاهتمام بخصائص التنظيم التسلسلي والشبكي للفضاءات، ودفع أبحاث" التخطيط الصناعي من التوزيع الثابت نسبياً لفئات الصناعة، والعناقيد، والمؤسسات، نحو النماذج الديناميكية للتنظيم الإنتاجي، ومراحل الإنتاج، والعمليات التكنولوجية، وتقسيم ونسبة الإنسان-الآلة، لتتوافق بدقة أكبر مع .احتياجات الفضاءات المتباينة لمختلف فئات الصناعة ومراحل الإنتاج

الخاتمة 4

يُعدّ الذكاء الذاتي للآلات متغيراً مهماً لم يوجد قط في أي مرحلة تاريخية سابقة. وعندما تهب موجة الذكاء الرقمي "و"استبدال البشر بالآلات"، فإن الآلات الذكية، بجانب رفعها لإنتاجية المجتمع البشري، يجب حتماً أيضاً أن "تطالب بفضاء مناسب وتصبح مستخدمين مهمين للفضاءات الصناعية. ولم تعد العلاقات بين الإنسان والآلة تمس المجال .الفلسفي والأخلاقي فحسب، بل تحولت إلى مسألة مكانية محددة

وقد اكتشفت الدراسة أن كثيراً من الخبراء والعلماء انتبهوا بالفعل إلى التحولات المكانية الناجمة عن التكنولوجيات الجديدة مثل الذكاء الاصطناعي، ومن بينهم أعمال تجمع بين العمق النظري والخيال، مما يوفر دعماً بحثياً مهماً لتطوير الفضاءات الصناعية في عصر الذكاء الاصطناعي. لكن الدراسة اكتشفت أيضاً أنه بسبب التطور البرقي للتكنولوجيات، لا تزال الاستكشافات البحثية الحالية تعتمد أساساً على الأطر التحليلية المكانية التقليدية، وتفتقر إلى التأمل المنهجي في أحدث الاتجاهات التكنولوجية وسيناريوهات التطبيق، ولا يزال الحتمية التكنولوجية هي الاتجاه الرئيسي، وغير كافٍ نسبياً التأمل المنهجي في النظام الاجتماعي-المكاني تحت الإدارة التكنولوجية، وخصوصاً الاهتمام غير الكافي بفضاءات البشر المستبدلين بالآلات. ولا شك أن هذه الدراسة تعد أيضاً مجرد استعراض وتفسير محدود لاتجاهات التطور ومفاهيم التخطيط للفضاءات الصناعية المستقبلية من منظراً جديداً هو تطور العلاقات بين الإنسان والآلة. وفي المستقبل، ستُجرى على هذه الأساس أبحاث أعمق حول بناء النماذج والتجريبي المكاني لتطوير الفضاءات الصناعية في ظل تطور العلاقات بين الإنسان والآلة، لتقديم أفكار جديدة لتطوير وتخطيط المدن المستقبلية في عصر .الذكاء الرقمي

!الشكر للخبراء المحكّمين على ملاحظاتهم القيمة لهذه المقالة

الملاحظات

① تأثير الإزاحة" يعني الاستبدال المباشر للآلات لوظائف التكرار)مثل عمال خطوط التجميع(، مما يؤدي إلى بطالة" جزء من العمال؛ "تأثير الإحداث" يعني الوظائف الجديدة التي يولّدها تطبيق التكنولوجيات الجديدة، بما في ذلك .مهندسو الميكانيك، ومهندسو الخوارزميات، ومحللو البيانات، وغيرهم

② التحديث التكنولوجي يعني رفع كفاءة الإنتاج من خلال تحديث الآلات، أما التدهور الوظيفي فهو العملية التي .يتحوّل فيها العمال بسبب تفكيك مهاراتهم إلى عمليات بسيطة تدريجياً إلى أدوار مساعدة أو حتى يُستبدلون

③ المعرفة الضمنية في الإنتاج الصناعي هي الخبرة والحدس والمهارات الظرفية التي يكتسبها العمال من خلال الممارسة الطويلة، وهي يصعب ترميزها، مثل اللمس الدقيق، والكشف الشمي عن الأعطال، أو "الحيل" لحل .المشكلات المعقدة، والتي تشكل الميزة الأساسية للإنسان على الآلة

قائمة المراجع

[1] MUMFORD L. Technik und Zivilisation [M]. LIN Hua, trans. Beijing: China CITIC Press, 2025.

[2] WANG Kai, ZHAO Yanjing, ZHANG Jingxiang, et al. Academic discussion on "New Productive Forces and Urban-Rural Planning" [J]. Urban Planning Forum, 2024(4): 1-10.

[3] WU Zhiqiang, YANG Juan, XU Haowen, et al. Ten Key Annual Themes of Urban Planning Discipline Development (2024–2025) [J]. Urban Planning Forum, 2024(6): 8-11.

[4] WIENER N. The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society [M]. CHEN Bu, trans. Beijing: Peking University Press, 2010.

[5] REN Xiaoming, PAN Qin. von Neumann's Philosophical Thought in Computer Science [J]. Studies in Philosophy of Science and Technology, 2011, 28(4): 18-22.

[6] WANG Shijun, ZHAO Liqun, HU Zhibin. Development of the New Generation of AI and China's Response: From the Perspective of the "Second Machine Revolution" [J]. E-

Government, 2020(4): 58-69.
[7] FLORIDI L. The fourth revolution: how the infosphere is reshaping human reality [M]. OUP Oxford, 2014.
[8] GE Ke. Reflections on the History, Current State, and Future Strategy of AI Development [J]. Frontiers of Academic Forum, 2021(23): 41-53.
[9] WANG Chen, REN Xiangshi. From Human-Machine Interaction to Collaborative Computing: Evolution of Thought and Prospects for Future Human-Machine Relations [J]. Science & Technology Review, 2024, 42(8): 6-20.
[10] YU Hanchao, WANG Feng, JIANG Shuqiang. Some Urgent Issues of AI Development in China [J]. Science & Technology Review, 2018, 36(17): 40-44.
[11] DONG Zhixin, YANG Jun. Capitalist Logic of AI Development and Its Regulation: Regarding "Sapiens" and "Homo Deus" [J]. Economist, 2018(8): 20-26.
[12] PENG Xiayan, WANG Dan. Historical Logic of the Transformation of Human-Machine Relations from the Perspective of Historical Materialism [J]. Modern Business Trade Industry, 2025(2): 176-178.
[13] WANG Weihua, YANG Jun. Economic-Philosophical Reflection on the Anthropological Value of AI Development [J]. Journal of Xi'an University of Finance and Economics, 2022, 35(3): 54-64.
[14] HE Jiang, YANG Shumin. Human-Machine Division of Labor: Generative Logic, Model Types, and Action Mechanisms [J]. Nankai Business Review, 2024, 27(6): 88-99.
[15] EINOLA K, KHOREVA V. Best friend or broken tool? Exploring the co-existence of humans and artificial intelligence in the workplace ecosystem [J]. Human Resource Management, 2023, 62(1): 117135.
[16] LI Qiongqiong, LI Zhen. The Dialectics of "Human-Machine Relations" in the Intelligent Age: Modern Response to Marxist Thought on "Humans and Machines" [J]. Studies in Mao Zedong and Deng Xiaoping Theories, 2021(1): 71-79.
[17] ZHOU Jing, XIAO Yang. New Research Issues on Technical Progress and Urban-Rural Development in the AI Era [J]. Shanghai Urban Planning, 2022(5): 1-6.
[18] HUANG Zhao'ai, YANG Dongyuan. Comparative Study of Theories of the Future City [J]. Urban Planning Forum, 2001(1): 1-6.
[19] BATTY M. Inventing future cities [M]. Cambridge: MIT Press, 2018.
[20] WU Zhiqiang, HAN Jing, ZHAO Qian, et al. 300 Years of Future City Projects: Characteristics and Essential Reflections [J]. Urban Planning, 2025, 49(2): 4-12.
[21] WANG Song, HUANG Jingnan, Wang Cunsong, et al. Hypotheses on Urban Spatial Evolution Under the Influence of AI: From the Perspective of Urban Futurism [J]. Urban Development Studies, 2023, 30(12): 18.
[22] WEI Cheng, CHEN Sainan, SHEN Jing. Trends of Urban Spatial Evolution Under AI Governance and Planning Response [J]. Urban Development Studies, 2022, 29(7): 47-54.
[23] YANG Yongchun, JIAN Yuting. Reforms and Challenges of Urban Geography Development in the AI Era [J]. Acta Geographica Sinica, 2024, 79(10): 2425-2441.
[24] XU Wenbo, WANG Xingping, WANG Yizhe. Innovation and Planning Response for Future Urban Space in the Operator-Free Economy Era [J]. Planners, 2024, 40(6): 39-45.
[25] SRAFFA P. Works and Correspondence of Ricardo [M]. Beijing: The Commercial Press, 1997.
[26] SATO R. The estimation of biased technical change and the production function [J].

Quarterly Journal of Economics, 1992, 107(1): 35-78.
[27] ACEMOGLU D, RESTREPO P. The race between man and machine: implications of technology for growth, factor shares, and employment [J]. American Economic Review, 2018, 108(6): 1488-1542.
[28] BERG A, BUFFIE E F, ZANNA L F. Should we fear the robot revolution? (The correct answer is yes) [J]. Journal of Monetary Economics, 2018, 97: 117-148.
[29] MEI Hao, ZHANG Meisha. How Does AI Affect Labor Demand? Empirical Evidence at the Chinese Enterprise Level [J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Social Sciences), 2021, 41(5): 65-73.
[30] QU Xiaobo, CHEN Jie. Changes in China's Employment Structure: "Upgrading" or "Polarization"? [J]. Labour Economics Research, 2015, 3(1): 119-144.
[31] XU Yi, YE Xin. Modernization of Technology, Degradation of Labor? A Sociological Study of Three "Machine-Replacing-Human" Factories [J]. Sociological Studies, 2020, 35(3): 23-46.
[32] YU Lingzheng, WEI Xiahai, XUN Zhongwei, et al. Industrial Robots, Labor Tasks, and Non-Routine Skill Premiums: Evidence from Paired "Enterprise-Worker" Surveys in Manufacturing [J]. Management World, 2021, 37(1): 47-59.
[33] ACEMOGLU D, HANSON G H, DORN D, et al. Return of the solow paradox? IT, productivity, and employment in US manufacturing [J]. American Economic Review, 2014, 104(5): 394-399.
[34] DAVID B. Computer technology and probable job destructions in Japan: an evaluation [J]. Journal of the Japanese and International Economies, 2017, 43: 77-87.
[35] SHAO Wenbo, SHENG Dan. The Puzzle of Declining Employment Absorption by Chinese Enterprises Through Informatization [J]. Economic Research Journal, 2017, 52(6): 120-136.
[36] ZHOU L, JIE Y, YE Z, et al. Understanding the geographical process of the decline in manufacturing employment in China between 2000 and 2020 [J]. Population, Space and Place, 2025, 31: e2855.
[37] KONG Gaowen, LIU Shasha, KONG Dongming. Robots and Employment: An Exploratory Analysis Based on Sectoral and Regional Heterogeneity [J]. China Industrial Economics, 2020(8): 80-98.
[38] XUN Zao, HOU Yulin. Industrial Upgrading and Industrial Gradient Transition: A Re-Test of the "Flying Geese Theory" [J]. The Journal of World Economy, 2021, 44(7): 29-54.
[39] YU Le, CHEN Chen, ZHAO Min. Overcoming the Lewis Turning Point in China's Urban-Rural Development: Theoretical Studies and Policy Reflections Triggered by the "Machine-Replacing-Human" Phenomenon [J]. Urban Planning, 2017, 41(6): 9-17.
[40] WANG Shubin. Industrial Upgrading and the Differentiation of Hierarchical Urban Structure [J]. The Journal of World Economy, 2020, 43(12): 102-125.
[41] WANG Linhui, JIANG Hao, DONG Zhiqing. Will Industrial Intelligence Reconstruct the Geographical Structure of Enterprises? [J]. China Industrial Economics, 2022(2): 137-155.
[42] WEI Xiahai, GUO Kaiming, WU Chunxiu. Digital Technologies, Labor Costs, and Enterprise Relocation Choices [J]. Chinese Journal of Population Science, 2021(1): 104-116.
[43] LI X, HUI E C, LANG W, et al. Transition from factor-driven to innovation-driven urbanization in China: a study of manufacturing industry automation in Dongguan City [J]. China Economic Review, 2020, 59: 101382.
[44] HUANG Meiyu, QIN Xiao-zhen, ZHOU Jinmiao. "Machine-Replacing-Human" and the New Model of Urban Growth: A Case Study of Shunde District, Foshan, Guangdong [J].

Tropical Geography, 2019, 39(1): 11-19.
[45] HUANG Jingnan, YANG Shilin. Urban Spatial Evolution Under the Governance of Machine-Replacing-Human and Planning Countermeasures: Some Preliminary Hypotheses [J]. Urban Development Studies, 2021, 28(3): 58-64.
[46] HUANG Jingnan, YU Guangping, YANG Shilin, et al. From Industrial City to Post-Industrial City and AI City: Reflections on the Evolution of Urban Industrial Spaces Triggered by the Current Machine-Replacing-Human [J]. Urban Development Studies, 2023, 30(3): 98-105.
[47] BI Xuecheng, ZHANG Dunning, YE Xianquan, et al. Characteristics and Factors of Industrial Activity Distribution in Mega-Cities from the "Land-Housing" Perspective: A Case Study of Shenzhen [J]. Tropical Geography, 2025, 45(3): 374-385.
[48] XU Wenbo, WANG Xingping, CHEN Qiuyi. Interaction Between Manufacturing Enterprise Migration and Evolution of Urban Innovation Structure: An Empirical Study of 51 Enterprises in Shenzhen [J]. Urban Planning Forum, 2023(3): 92-99.
[49] ZHAN Aobo, YANG Dong. Planning Strategies for New Intelligent Industrial Spaces Under Post-Fordism [J]. Planners, 2023, 39(7): 16-23.
[50] QIN Jing. Characteristics of Spatial Distribution of Intelligent Manufacturing Clusters and Planning Response [J]. Planners, 2023, 39(7): 1-8.
[51] YAN Xuexin, ZHOU Jie, SHENG Fubin, et al. Differentiated Impact of Industry Types on Employed Population Flows in Suburbs of Large Cities: A Case Study of Wuhan [J]. Economic Geography, 2023, 43(10): 63-74.
[52] LIN Shijia, NIU Xinyi. Characteristics of Spatial Structure Evolution and Optimization Strategies from the Perspective of Population-Industry Matching: A Case Study of Shanghai [J]. Shanghai Urban Planning, 2024(3): 86-93.
[53] ZHANG Zhenlong, WU Di, JIANG Lingde. Measurement of Coordinated Development Level of Population-Industry Coupling Structure and Analysis of Obstacle Factors: A Case Study of Suzhou [J]. Modern Urban Research, 2024(6): 126-132.
[54] YIN Laisheng, ZHANG Shumin. Research on Transformation and Upgrading Paths of Professional Towns in the Context of New Industrialization: A Case Study of "Machine-Replacing-Human" in Dalan, Dongguan [J]. Journal of Dongguan University of Technology, 2017, 24(4): 1-6.
[55] JIAO Hongshuo, LU Jianxia. Review of Current Research on Intelligent Factories and Their Key Technologies [J]. Mechanical & Electrical Engineering, 2018, 35(12): 1249-1258.
[56] YANG Chunli. Analysis of Development Trends of Intelligent Factories in China [J]. China Industry Review, 2016(1): 56-63.
[57] LI Wenzhu, LIANG Jianing, LI Weijian, et al. Research on Planning Response for Future Urban Space Under Technological Governance: A Case Study of the Future City Theme Project in Heihe Territorial Spatial Planning [J]. Planners, 2023, 39(3): 27-35.
[58] CHEN Jiaping, ZENG Rong, XUN Muchen. Analysis of Distribution Characteristics and Influencing Factors of Lighthouse Factories in China [C]// Chinese Society of Urban Planning. City of the People, Planning Empowers: Proceedings of the 2023 China Urban Planning Annual Conference. Beijing: China Architecture & Building Press, 2023.
[59] ZHU Kai, GU Zhilin, XUN Wanxiang, et al. Research on Micro-Organizational Structure and Models of Urban Industrial Spaces for Future Factories [J]. Planners, 2023, 39(5): 61-67.
[60] WEI Cheng, CHEN Sainan, QIU Keying, et al. New Needs for Intelligent Industrial Spaces and Planning Response in the "Machine-Replacing-Human" Era: A Case Study of Zhongshan

Northern Industrial Park Planning and Design [J]. Planners, 2023, 39(7): 24-31.
[61] ASIMOV I. The Complete Robot Stories [M]. YE Lihua, trans. Nanjing: Jiangsu Phoenix Literature and Art Publishing House, 2014.
[62] FENG Xisen. A Robot Is Not a Human but a Machine, Yet It Should Be Treated as a Human [J]. Science and Society, 2015, 5(2): 1-9.
[63] LI Ting. Co-evolution of Humans and Machines [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2014.
[64] XIAO Junyong, ZHOU Shilin. Discussion and Justification of the Legal Qualification of Humanoid Robots as Subjects [J]. Academic Exchange, 2025(1): 44-58.
[65] LI Sheng. Basic Architecture of Legal Governance for Humanoid Robots [J]. Dongfang Law, 2024(3): 117-128.
[66] EICHHOLZ L. Municipal AI integration: a structured approach [J/OL]. Frontiers of Urban and Rural Planning, 2025, 3(6): 152. [2025-07-05]. https://doi.org/10.1007/s44243-025-00056-3.
[67] YUAN Qifeng, LI Gang, XUE Yanfu. Innovation Transformation and Spatial Response of Guangzhou Development Zone from the Perspective of Industrial Clusters [J]. Urban Planning Forum, 2022(4): 95-102.