القضايا الرئيسة واستراتيجيات التنمية عالية الجودة لمحاور نقل الركاب بالسكك الحديدية عالية السرعة

ZHANG Xiaochun, YANG Yuxing, HE Jianping

الملخص. يبين تحليل مراحل التطور الحضري وتحولات أنماط التنقل أن تخطيط محاور ركاب السكك الحديدية عالية السرعة وبناءها وتشغيلها ينبغي أن يمنح أولوية أكبر للاستدامة والكفاءة الشاملة وتجربة المسافر. وانطلاقا من هدف التنمية عالية الجودة، توضح الدراسة متطلبات إنشاء محاور أكثر استدامة وكفاءة وأفضل من حيث التجربة، وتقترح الاستراتيجيات المقابلة. أولا، ينبغي ربط اختيار مواقع المحاور متعددة الوسائط بمنظومة المراكز الحضرية، وتحديد حجم التنمية المتكاملة ومزيج وظائفها بحذر، مع إبقاء التنظيم المكاني قابلا للتحول مستقبلا. ثانيا، ينبغي أن يؤدي الاختيار العلمي للموقع، والتخطيط العقلاني، والتصميم الدقيق، والتشغيل الذكي إلى تقليص مسافات الحركة وأزمنة الانتظار في كل حلقة من سلسلة الرحلة. ثالثا، يسهم المقياس المكاني الملائم، وتنظيم التحويل المريح، وتنوع الخدمات، وتشكيل أماكن قريبة من الطبيعة، وتقديم معلومات دقيقة في تحسين تجربة المسافر. وتخلص الدراسة إلى أن الارتقاء المستمر بالتخطيط والبناء والتشغيل والإدارة من خلال الوسائل الرقمية والذكية يمثل اتجاها رئيسا للمستقبل.

الكلمات المفتاحية: تخطيط النقل؛ محور ركاب السكك الحديدية عالية السرعة؛ الاستدامة؛ الكفاءة العالية؛ تجربة المسافر؛ الذكاء الرقمي.

تصنيف المكتبة الصينية: TU984

رمز الوثيقة: A

DOI: 10.16361/j.upf.202405007

رقم المقال: ١٠٠٠-٣٣٦٣ (٢٠٢٤) ٠٥-٠٠٤٧-٠٨

بعد قرابة عشرين عاما من التطور السريع، حققت الصين إنجازات كبيرة في السكك الحديدية عالية السرعة، ورفعت بدرجة ملحوظة سهولة التنقل بين المدن. وبين عامي 2012 و2022 ارتفعت حصة ركاب القطارات عالية السرعة من إجمالي ركاب السكك الحديدية من 20.5% إلى 76.2% [1]، لتصبح المكون الغالب بصورة مطلقة. وبنهاية 2022 بلغ طول الشبكة العاملة 42 ألف كم، وبلغ عدد محطات الركاب عالية السرعة 1188 محطة؛ ومن المتوقع أن يصل طول الشبكة في 2035 إلى 70 ألف كم، وأن يتجاوز عدد المحطات 2000 محطة [2]. كما تواجه بعض محطات القطارات التقليدية التي أنشئت مبكرا داخل المناطق المركزية، مثل محطتي قوانغتشو وتشونغتشينغ، فرصا جديدة لإعادة التطوير. ومن ثم ستظل المرحلة المقبلة فترة مهمة لبناء محاور الركاب عالية السرعة وتجديدها.

ومع ذلك، تعاني بعض المحاور القائمة من أوجه قصور لأسباب متعددة، منها البعد عن المناطق الحضرية الرئيسة، والتفاوت في تطوير المدن الجديدة حول محطات القطار، وضخامة بعض المنشآت، وضعف سهولة الربط والتحويل [3-4]. لذلك يلزم تلخيص القضايا الرئيسة واستراتيجيات التنمية عالية الجودة بصورة منهجية في ضوء تحولات المدينة والنقل، بما يوفر مرجعا لبناء المحاور وتشغيلها مستقبلا.

1 اتجاهات التنمية ومتطلباتها

1.1 دخول المدن مرحلة تطوير النسيج القائم وتغير خصائص التنقل يفرضان إيلاء الاستدامة أولوية في محاور القطار عالي السرعة

بعد أكثر من أربعين عاما من النمو السريع، دخلت المدن الصينية إجمالا مرحلة تركز على تحسين النسيج القائم وتجديده. وفي الوقت نفسه، تستمر أنماط التنقل في التغير تحت تأثير الاقتصاد والسياسات والتكنولوجيا. ومن ثم يجب أن يركز تخطيط المحاور عالية السرعة وبناؤها على الاستدامة، بحيث يستجيبان لمتطلبات التطور الحضري في مرحلة المخزون القائم، ويحافظان على القدرة على التكيف مع التحولات المستقبلية في الحركة.

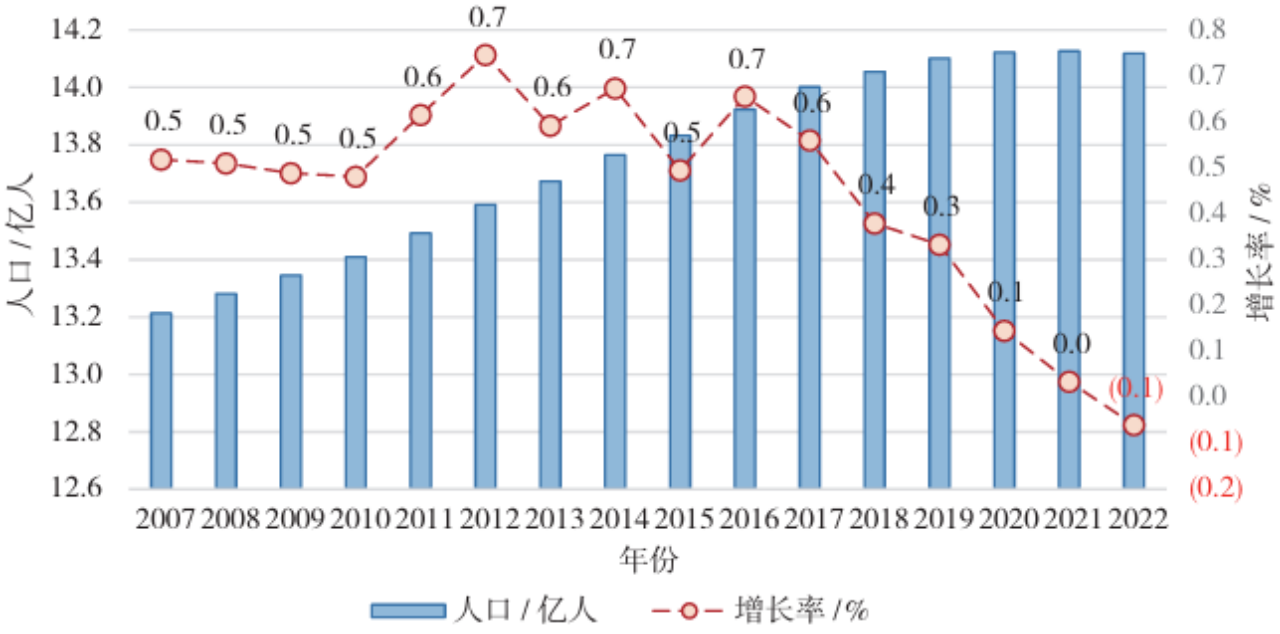
1.1.1 استقرار السكان ومساحات البناء وتشدد القيود المالية يستلزمان تحديد موقع المحور وحجمه بصورة عقلانية

في مرحلة تطوير النسيج القائم، تتجه أعداد السكان ومساحات الأراضي القابلة للبناء إلى الاستقرار. ووفقا للمكتب الوطني للإحصاء، انخفض معدل نمو سكان الصين خلال الخطة الخمسية الثالثة عشرة من 0.7% عام 2016 إلى 0.1% عام 2020، واقترب إجمالي السكان من مستوى مستقر [1] (الشكل 1). كما أن ترسيم «المناطق الثلاث والخطوط الثلاثة» ثبت إلى حد كبير حدود التنمية الحضرية، وسيقيد بشدة إضافة أراض جديدة للبناء. وبذلك تنخفض إمكانية إنشاء مناطق جديدة واسعة خارج المناطق الحضرية القائمة. وإضافة إلى ذلك، أدى دخول الاقتصاد الوطني مرحلة «الوضع الطبيعي الجديد» إلى زيادة الضغط على الموازنات الحكومية. وخلال الخطة الخمسية الثالثة عشرة انخفضت تدريجيا حصة نفقات النقل من إجمالي الإنفاق المالي [1] (الشكل 2). وفي ظل القيود المالية المشددة، أصبح خفض التكاليف وتحسين الكفاءة مطلبا عاما، وينبغي أن تهتم استثمارات البنية التحتية الحضرية أكثر بعائدها.

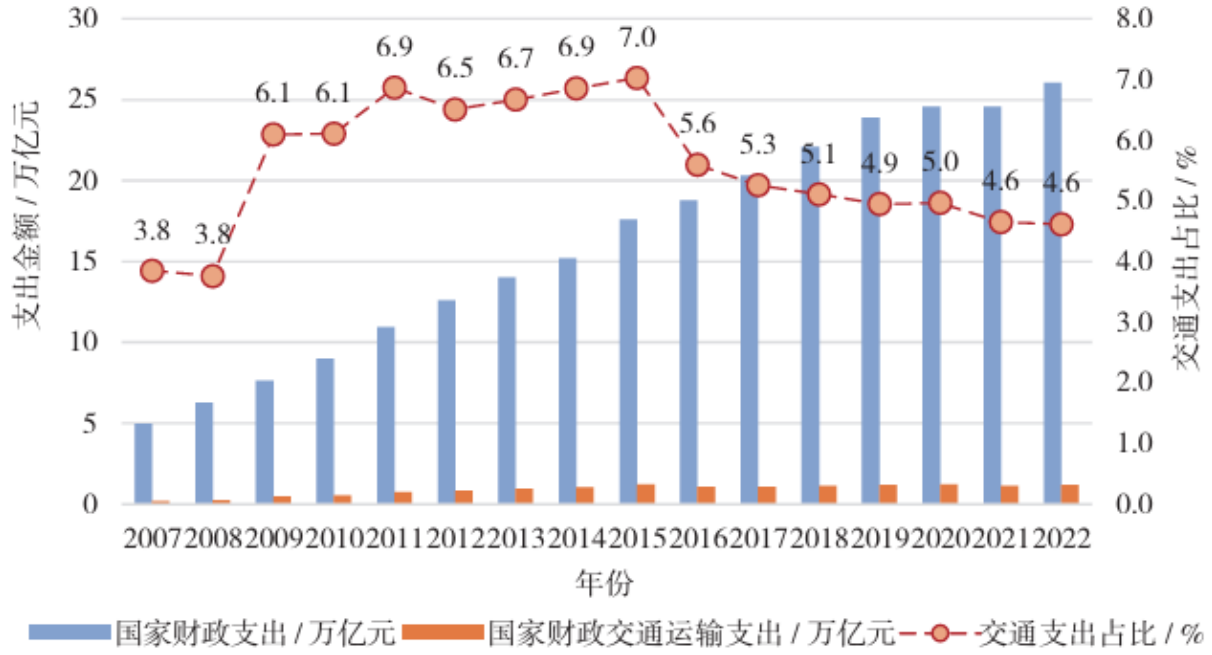
وعليه، يجب أن تراعي مشروعات محاور الركاب عالية السرعة مسألتين. فمن جانب الطلب، يثير استقرار السكان ومساحة البناء الحضري شكوكا بشأن استمرار النمو السريع في الطلب على السفر بالقطارات عالية السرعة. ومن جانب العرض، يفرض القيد المزدوج للأرض والتمويل ضبط مساحة المحور وحجم الاستثمار. لذلك لا ينبغي إنشاء المحاور الجديدة بعيدا عن المناطق الحضرية الرئيسة أو تضخيم سعتها المستقبلية على نحو مفرط، تفاديا لهدر الاستثمار.

1.1.2 تغير خصائص التنقل بصورة ديناميكية يستلزم مرونة المحور وقدرته على التكيف

تنشأ التحولات المستمرة في أنماط التنقل من ثلاثة مصادر رئيسة. أولا، تغير الاقتصاد الإقليمي وتوزيع الصناعات والسكان، بما يغير الحجم الكلي للطلب. ثانيا، إنشاء البنية التحتية الإقليمية، بما يستحث تغيرا في حجم الرحلات وتركيبها. ثالثا، تطور الأنشطة الاقتصادية الحضرية والبنية التحتية والتكنولوجيا والسياسات، مثل توسع شبكة المترو، والنمو السريع للتنقل المشترك، وتعديل رسوم الوقوف، وهي جميعا تغير البنية النمطية للحركة. ومن ثم يجب أن تتمتع خطة المحور وسعات منشآته بمرونة كافية للتكيف مع هذه التحولات.



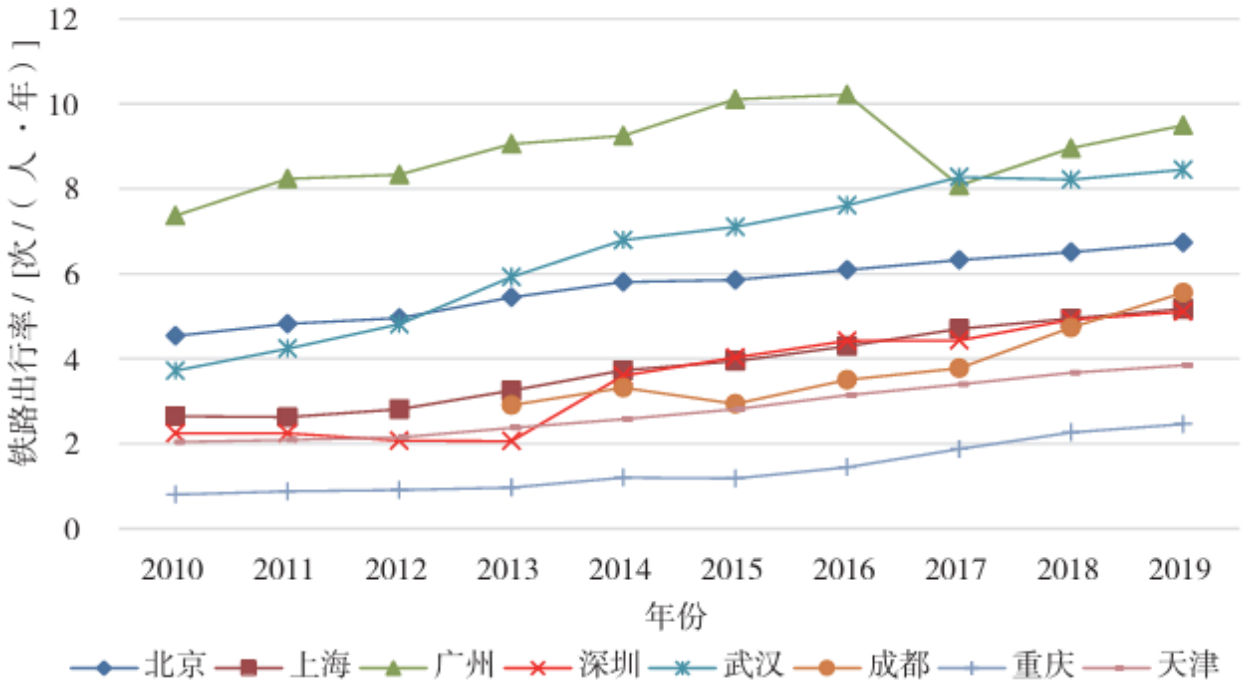
الشكل 1. تطور إجمالي سكان الصين خلال الفترة 2007-2022 [1]



الشكل 2. حصة الإنفاق المالي على النقل من إجمالي الإنفاق المالي في الصين خلال الفترة 2007-2022

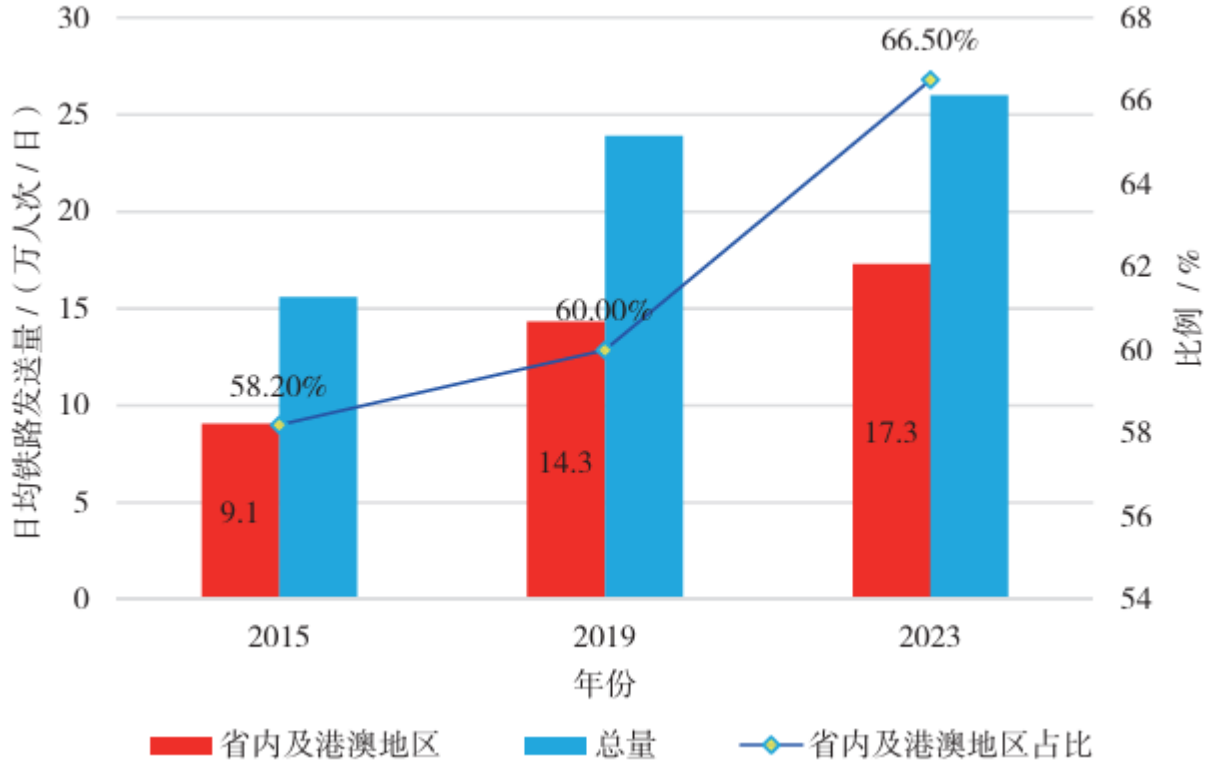
1.2 التحضر الجديد يولد فئات كثيرة الرحلات بين المدن ويرفع متطلبات كفاءة الخدمة

مع التطور الاقتصادي والاجتماعي واستكمال شبكة السكك الحديدية، تزداد عموما وتيرة السفر بالقطار في المدن الرئيسة (الشكل 3). وتعكس زيادة التواتر وارتفاع حصة النقل عالي السرعة [1] تنامي دور القطار في حركة السكان. ويعد المحور متعدد الوسائط حلقة حاسمة في كفاءة نقل الركاب؛ فلا يمكن الاستفادة الكاملة من ميزة السرعة في الرحلة الخارجية بأكملها إلا بتحسين كفاءة تشغيل المحور. كما دخل التحضر في الصين مرحلة تتخذ المناطق الحضرية الكبرى شكلها الرئيس. ويولد الطابع الإقليمي المتزايد للنشاط الاقتصادي عددا كبيرا من رحلات التنقل والعمل بين المدن، وهي رحلات اعتيادية قصيرة أو متوسطة المسافة وعالية التواتر. وتظهر الدراسات ملامح واضحة للتنقل عبر المدن في المناطق الحضرية الثلاث الكبرى: نحو 100 ألف رحلة يوميا بين بكين وتيانجين [5]، و137 ألفا بين شنغهاي وسوتشو [6]، و200 ألف بين شنتشن ودونغقوان وهويتشو [7]. وتشير إحصاءات السكك الحديدية إلى أن حصة الرحلات المنطلقة من شنتشن إلى مقاطعة قوانغدونغ وهونغ كونغ وماكاو ارتفعت 6.5 نقاط مئوية بين 2019 و2023 (الشكل 4)، ما يؤكد أن التكامل الإقليمي سيزيد الطلب على الرحلات بين المدن. وهذه الفئة شديدة الحساسية لتكلفة الوقت، ولذلك تطالب بكفاءة أعلى في خدمات المحور.



الشكل 3. تطور عدد الرحلات السنوية بالسكك الحديدية للفرد في عدد من المدن

المصدر: إعداد استنادا إلى الحوليات والنشرات الإحصائية للمدن.



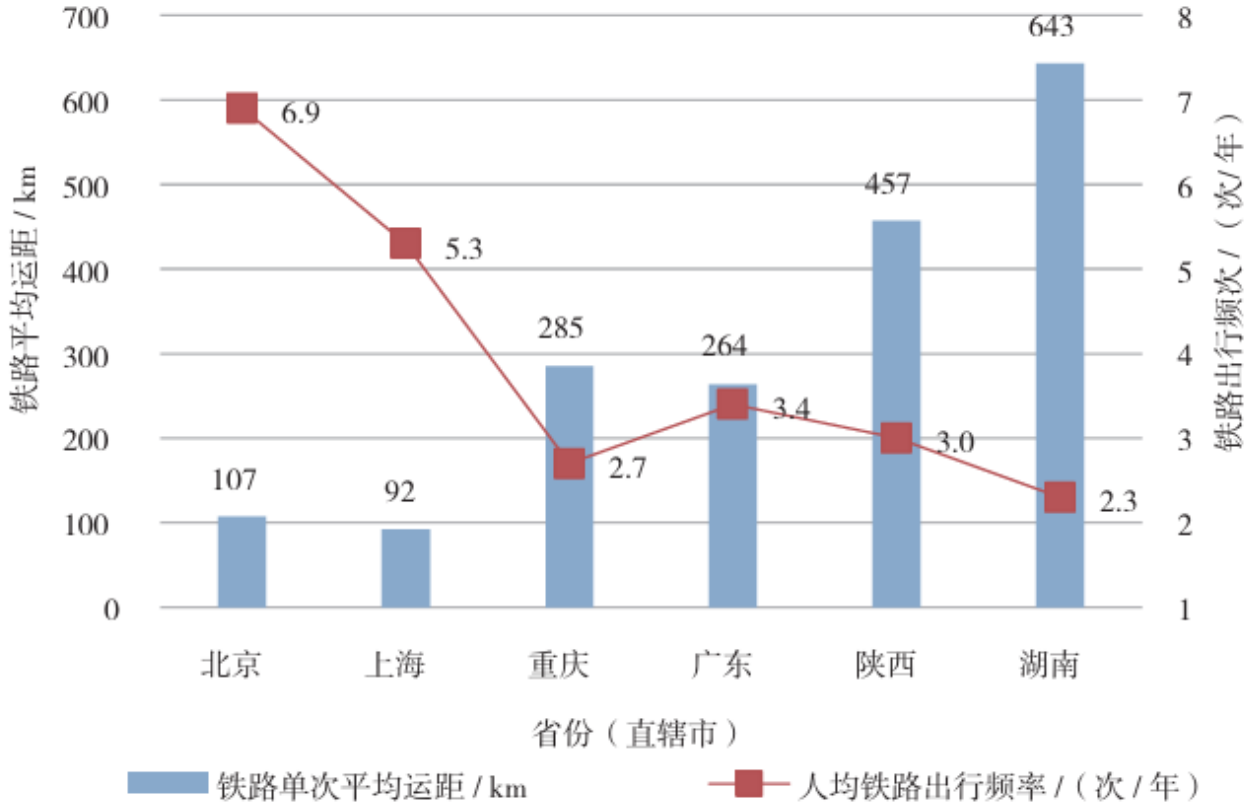
الشكل 4. المتوسط اليومي لعدد الركاب المغادرين من شنتشن وحصة الوجهات داخل قوانغدونغ وهونغ كونغ وماكاو

المصدر: بيانات مقدمة من مجموعة سكك حديد الصين - قوانغتشو.

1.3 تنوع فئات الركاب واحتياجات الخدمة يستلزم خدمات متعددة وتعزيز تجربة المسافر

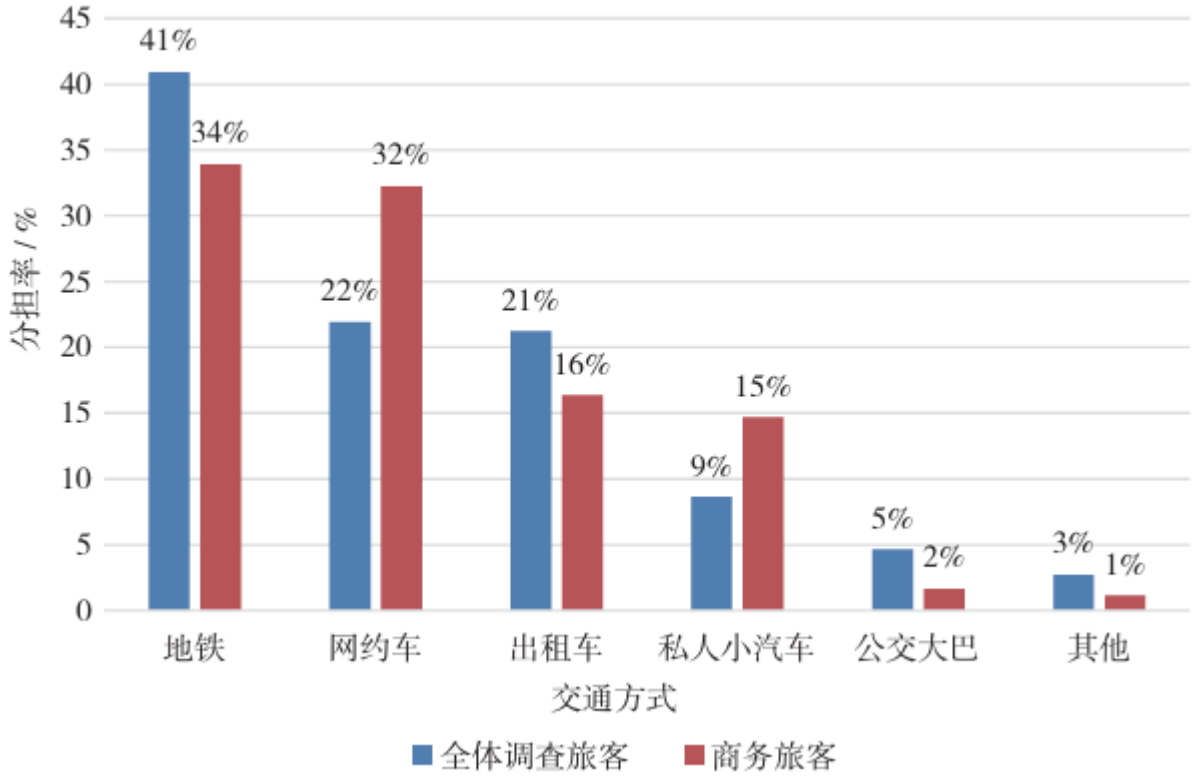
يؤدي تنوع مستخدمي القطارات عالية السرعة إلى تنوع الطلب على الخدمات. فمن جهة، تغطي الشبكة أقاليم تختلف في مستويات الاقتصاد وتركيب السكان وخدمات البنية التحتية، ما ينعكس في اختلاف مسافات السفر وتواتره (الشكل 5). ومن جهة أخرى، تشمل الرحلات أغراض الأعمال والسياحة وزيارة الأقارب والتنقل اليومي والعمل المهاجر، ولكل فئة احتياجات متباينة على نحو متزايد في وسائل الوصول والتحويل (الشكل 6) والخدمات المساندة وتجربة الرحلة [8-9].

ويعني هذا التنوع أن بناء المحاور وتشغيلها يجب أن يولي مزيدا من الاهتمام لتعدد الخدمات وتجربة المسافر. فلم يعد تحسين التوزيع المعماري والتجهيزات المادية كافيا. إذ تغير الثورة التكنولوجية الجديدة، التي تقودها الرقمنة، أنماط إنشاء وتشغيل البنية التحتية للنقل، وتوسع مسارات الحوكمة الرقمية، وتتيح ابتكار التنظيم التشغيلي [10]. ومن ثم يمثل توظيف التقنيات الذكية لتجديد المفاهيم والنماذج والأدوات في البناء والتشغيل والإدارة طريقا أساسيا لرفع جودة الخدمة وتجربة المسافر.



الشكل 5. متوسط مسافة الرحلات بالسكك الحديدية وتواترها للفرد في عدد من الأقاليم عام 2019

المصدر: إعداد استنادا إلى بيانات الأجهزة الإحصائية الإقليمية والمحلية لعام 2019.



الشكل 6. توزيع وسائل المغادرة من محور شنتشن الشمالية بحسب فئات ركاب القطارات عالية السرعة

المصدر: مسح استبياني، نوفمبر 2023.

2 القضايا الرئيسة والاستراتيجيات

في الظروف الجديدة، يجب أن يتحول منطق تطوير المحاور من البناء السريع واسع النطاق والتشغيل المعتمد أساسا على الخبرة إلى البناء الدقيق والتشغيل الذكي، مع الاستجابة لاهتمامات الأطراف المختلفة. فالحكومة والمشغلون يهتمون بعائد الاستثمار والاستدامة التشغيلية والكفاءة، بينما يرغب الركاب في خدمة سريعة وتجربة جيدة. لذلك تتمثل القضايا المحورية للتنمية عالية الجودة في الاستدامة والكفاءة التشغيلية وتجربة المسافر.

2.1 إنشاء محاور أكثر استدامة

تعد الاستدامة أساس التنمية عالية الجودة. ولتعظيم المنفعة الاجتماعية والحفاظ على تشغيل قابل للاستمرار على المدى الطويل، يلزم وضع استراتيجيات علمية لاختيار الموقع والتطوير، وبناء محاور تلائم مرحلة نمو المدينة وتستطيع التكيف مع المستقبل. وتتركز القضايا في الموقع، والتنمية المتكاملة، والمرونة (الشكل 7).

2.1.1 ربط موقع المحور بالمراكز الحضرية الرئيسة والثانوية

يحدد موقع المحور بصورة مباشرة نطاق خدمته الفعلي وحجم الركاب المحتمل جذبهم، ولذلك يمثل أساس استدامته. وقد أصبح التطور المتكامل للمحاور عالية السرعة والمراكز الحضرية موضع توافق مهني واسع [12-11]. وينبغي أن تقع المحاور الجديدة، قدر الإمكان، داخل المراكز الحضرية القائمة الرئيسة أو الثانوية، لتجنب مخاطر ضعف الطلب وهدر الاستثمار الناجمين عن المواقع الطرفية البعيدة.

2.1.2 تحديد حجم التنمية المتكاملة ووظائفها بحذر

أصبح إنشاء المدن الجديدة حول محطات القطار والتطوير الرأسي المتكامل للمحطات موضوعين شائعين، غير أن حالات النجاح محدودة. ومن الضروري فهم مضمون ومنطق مفهومي «تكامل المحطة والمدينة» و«التنمية الموجهة بالنقل العام» (Transit-oriented development, TOD) فهما موضوعيا [13، 8]. فالمحاور الوطنية الرئيسة للقطارات عالية السرعة تخدم أساسا رحلات متوسطة وطويلة

المسافة، منخفضة التواتر ومتعددة الأغراض، وتختلف عن محاور السكك الحديدية بين المدن والمترو التي تخدم بالدرجة الأولى رحلات العمل والتنقل القصيرة أو المتوسطة وعالية التواتر. والأخيرة هي الحامل الأنسب للتنمية الحضرية الموجهة بالنقل العام.

وعليه، ينبغي أن تحافظ المحاور الوطنية الرئيسة على أولوية الوظيفة النقلية، وأن تتعامل بحذر مع تطوير المدن الجديدة حول المحطات، مع تجنب إدخال وظائف حضرية وتدفقات إضافية بصورة مفرطة. وإذا جرى تطوير متكامل، فيجب أن يتناسب حجمه مع سكان المنطقة المخدومة وقاعدتها الاقتصادية، وأن تتوافق وظائفه مع احتياجاتها الفعلية. فالضخامة المفرطة تعقد البناء والتشغيل، كما قد يؤدي التجانس الوظيفي إلى شغور المباني وهدر الاستثمار.

2.1.3 تعزيز مرونة المنشآت في مواجهة التغيرات المستقبلية

يمكن للتنمية الاقتصادية والتحولات السكانية والابتكار التقني وتعديل سياسات النقل أن تغير أحجام الركاب وأنماط الوصول إلى المحور. ولذلك لا تضمن الأحجام والتوزيعات الحالية ملاءمة الطلب المستقبلي. وينبغي أن يدمج التخطيط والبناء متطلبات المرونة، ويقللا من الحواجز الصلبة الثابتة، ويتركا مجالا لتحويلات منخفضة التكلفة.

الشكل 7. خريطة طريق الأهداف والتدابير لإنشاء محور أكثر استدامة

2.2 إنشاء محاور أكثر كفاءة

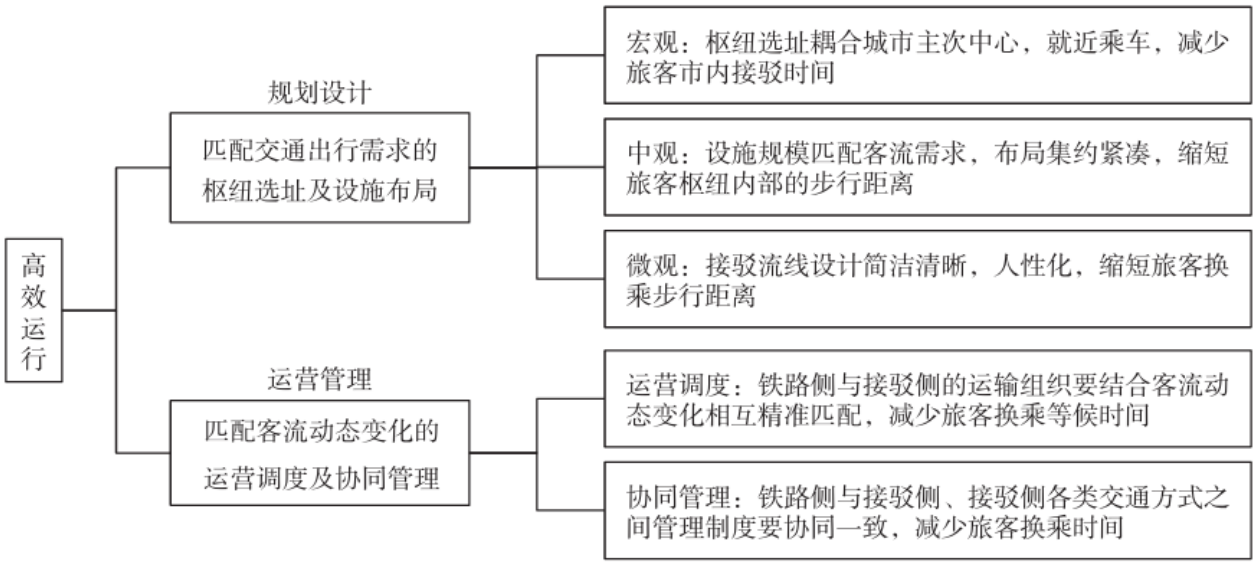
تمثل الكفاءة مضمونا مركزيا للتنمية عالية الجودة. وتحددها ثلاثة عوامل رئيسة. أولها الموقع، لأنه يؤثر مباشرة في مسافات وأزمنة الوصول داخل المدينة. وثانيها التنظيم المكاني والتحويل، اللذان يحددان المسافات بين صالة القطار ومحطات الوسائط الأخرى، وأزمنة المشي، وإجراءات الدخول والخروج. وثالثها تنظيم تشغيل وسائل الوصول، الذي يحدد زمن الانتظار عند تبديل الوسيلة. ولذلك يتطلب المحور الكفؤ موقعا علميا، وتخطيطا عقلانيا، وتصميما دقيقا للتحويل، وإدارة تشغيلية ذكية، لخفض المسافات والانتظار في كل حلقة من الرحلة (الشكل 8).

2.2.1 التخطيط والتصميم

على المستوى الكلي، ينبغي أن يقع المحور في مركز حضري رئيس أو ثانوي لتقريبه من الركاب وتقليل مسافة وزمن الوصول داخل المدينة. وعلى المستوى المتوسط، يجب أن يكون حجمه معقولا وتوزيعه مدمجا، لتقليص مسافات المشي في الدخول والخروج والتحويل. وعلى المستوى الجزئي، ينبغي توزيع مرافق الوصول وتصميم مسارات التحويل بدقة وبمنظور إنساني، مع ضمان وضوح المسارات وقصرها.

2.2.2 التشغيل والإدارة

أولا، ينبغي تطبيق تشغيل وجدولة ذكيين. ويجب أن تجمع منصة متكاملة للمحور في الوقت الفعلي بيانات الطلب والطاقة الاستيعابية في جانب السكك الحديدية والجانب الحضري. وتتيح التحذيرات الدقيقة من تدفقات الركاب وخطط التشغيل متعددة الوسائط تعديلا ديناميكيا وسريعا يرفع الكفاءة الكلية. ثانيا، ينبغي تعزيز الإدارة التعاونية بين الجهات، وتنسيق سياسات التشغيل ومتطلبات المحطات ومعايير الخدمة بين الوسائط المختلفة قدر الإمكان.



الشكل 8. خريطة طريق الأهداف والتدابير لإنشاء محور عالي الكفاءة

2.3 إنشاء محاور توفر تجربة أفضل للمسافر

يعد توفير تجربة سفر جيدة الغاية النهائية للتنمية عالية الجودة. وتتركز شكاوى الركاب في الضخامة المفرطة، وطول مسافات المشي، والانتظار في الطوابير، وتكرار التفتيش الأمني، وضعف كفاءة التحويل، وغموض الإرشاد. ويتطلب التحسين فهم خبرات الفئات المختلفة والارتقاء بالمقياس المكاني وتوزيع المرافق وخدمات المعلومات وتشكيل المكان بصورة شاملة (الشكل 9).

2.3.1 ضبط المقياس المكاني وكثافة الركاب عند مستويات ملائمة

يمنح المقياس الملائم والكثافة المعقولة الركاب شعورا بالأمان والراحة. وقد تولد المساحات المفرطة اتساعا فارغا، وتخلق زوايا بصرية ميتة؛ ويمكن لمحاكاة خطوط الرؤية كشفها ومعالجتها مسبقا. كما تؤدي الكثافة العالية في مناطق التجمع إلى القلق وعدم الارتياح وقد ترفع مخاطر التدافع. وتختلف مؤشرات الراحة بحسب نوع حيز النقل؛ فمساحة الفرد في مناطق الانتظار بالمطارات الدولية عالية المستوى أكبر بوضوح منها في قاعات انتظار القطارات (الجدول 1). وتتيح محاكاة حركة المشاة عرض الكثافة بصريا ودعم تحسين التخطيط.

الجدول 1. معايير الراحة في أنواع مختلفة من فضاءات النقل

المرجع المعياري	نوع الحيز	معيار المساحة التصميمية (م²/شخص)
مواصفة تصميم المترو GB 50157-2013	الرصيف	0.33-0.75
جودة خدمات مطارات الطيران المدني MH/T 5104-2013	منطقة انتظار الرحلات	≥ 1
جودة خدمات مطارات الطيران المدني MH/T 5104-2013	صالة الدرجة الأولى ودرجة رجال الأعمال	≥ 5
مواصفة تصميم محطات ركاب السكك الحديدية TB 10100-2018	منطقة / قاعة الانتظار	≥ 1.2
مؤشرات إياتا لمستوى خدمة المطارات	منطقة انتظار الرحلات	≥ 1.9

2.3.2 توفير تحويلات مريحة وخدمات متنوعة

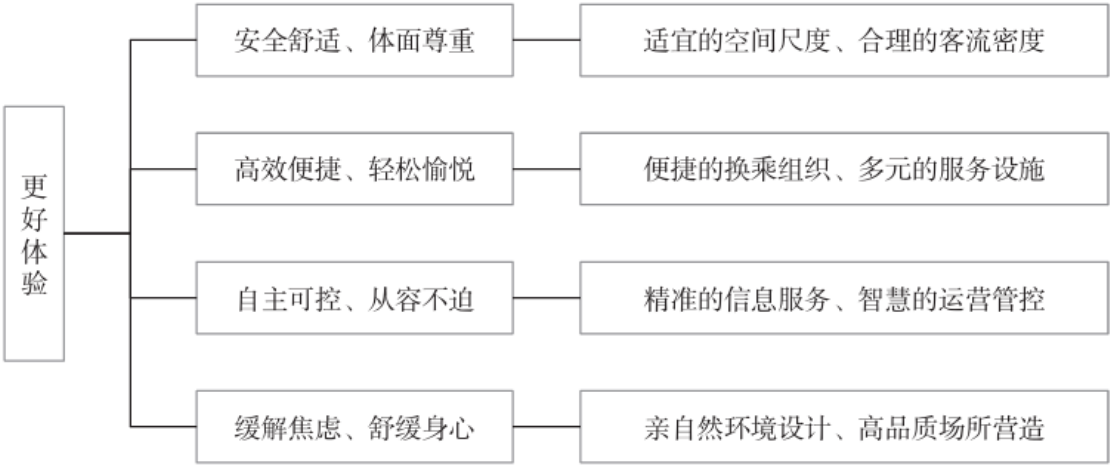
النقل هو الوظيفة الأساسية، والتحويل الفعال هو الحاجة الرئيسة للمسافر. غير أن الركاب يحتاجون أيضا إلى الطعام والتسوق والراحة والعمل المؤقت. وانطلاقا من تنوع الفئات، يمكن دمج وظائف تجارية وترفيهية وخدمية عامة بصورة معتدلة، بحيث يملك المسافر حرية الاختيار بين مغادرة المحور أو البقاء فيه، ويتمكن من الوصول إلى الخدمات بسهولة.

2.3.3 تقديم معلومات دقيقة بواسطة التقنيات الذكية

تتيح المعلومات الدقيقة في الوقت الفعلي معرفة حالة الخدمات بسرعة، واختيار وسيلة الوصول ومسار الدخول أو الخروج بهدوء، وتحسين التجربة. أولا، ينبغي لنظام ديناميكي أن يعرض بوضوح مسافات المشي والطوابير وأزمنة الانتظار لكل وسيلة. ثانيا، ينبغي لنظام بانورامي ثلاثي الأبعاد ونظام إرشاد عبر تطبيق الهاتف أن يبين حالة المداخل ومناطق التفتيش والصالات والممرات ومرافق التحويل، ويساعد في اختيار أسرع مسار. ثالثا، ينبغي لمنصة حجز قائمة على «التنقل بوصفه خدمة» (Mobility as a Service, MaaS) أن تطابق بدقة العرض الحضري مع تشغيل القطارات، فتقلل زمن الانتظار.

2.3.4 دمج الطبيعة وإنشاء أماكن عالية الجودة

يمثل التصميم الأخضر منخفض الكربون اتجاها مهما في عمارة المحاور. فإدخال الضوء الطبيعي والهواء والنباتات يقرب الركاب من الطبيعة ويخفف توتر الرحلة وإرهاقها. كما تتيح المقاعد المريحة والأعمال الفنية والمنحوتات الصغيرة خلق أماكن دافئة وعالية الجودة تتجاوز رتابة محطات السكك الحديدية المبكرة.



الشكل 9. خريطة طريق الأهداف والتدابير لإنشاء محور يوفر تجربة أفضل

3 الخبرات العملية والاستكشافات

3.1 ممارسات إنشاء محاور مستدامة

3.1.1 اختيار موقع منسجم مع الهيكل الحضري ومنظومة المراكز

أولت شنتشن منذ زمن طويل اهتماما كبيرا للتفاعل بين المحاور الحديدية ومنظومة المراكز الحضرية. وقد دعمت المحاور بفاعلية تطوير المراكز الرئيسة والثانوية. وأسهم تجديد محطة شنتشن نحو عام 1990 في تطوير لوهو، أول مركز رئيس في المدينة. وبعد عام 2000 اختير موقعا محوري شنتشن الشمالية وفوتيان [14] داخل المركز الثانوي لونغهوا والمركز الرئيس فوتيان على الترتيب. وفي 2021 اقترح المخطط الإقليمي لشنتشن نظام «خمسة محاور رئيسة وخمسة مساندة» [15]، وهي عشرة محاور مرتبطة بقوة بالمراكز الحضرية على اختلاف مستوياتها (الشكل 10)، ما أسس لاستدامتها.

وفي المقابل، شيدت بعض المحطات الصينية دون أن تدخل الخدمة، أو أغلقت بعد تشغيل قصير فلم تحقق منفعتها في الوقت المناسب. ومن أهم الأسباب بعدها عن المركز، وتأخر تطوير المناطق المحيطة، وضعف الطلب. ومن بين عشرين محطة عالية السرعة أو بين المدن مشيدة وغير مستخدمة، تقع اثنتا عشرة محطة على مسافة تزيد على 20 كم من مركز المدينة (الجدول 2). وينبغي أن تتجنب المواقع المستقبلية هذا النمط.

الشكل 10. الترابط بين محاور السكك الحديدية ومنظومة المراكز الحضرية في شنتشن

3.1.2 التطوير المستدام وتجديد محور شنتشن الشمالية

افتتح محور شنتشن الشمالية عام 2011، وهو محور ضخم للقطارات عالية السرعة. وقد قدم تنظيمه المدمج واعتماده الكبير على النقل العام نموذجا لمحاور الفترة نفسها. غير أن تطوير المنطقة المحيطة وحجم الركاب تجاوزا التوقعات، كما تغيرت أنماط الوصول، فظهرت كثافة المكاتب والازدحام وضعف استخدام بعض المحطات. ونفذت السلطات والمشغل تباعا تطويرا متمايزا للأراضي، وتنويعا للأنشطة، وتجديدا لمرافق الوصول.

(1) تطوير متمايز للأراضي المحيطة. حفز إنشاء المحور التنمية الحضرية بقوة؛ ففي نطاق 2 كم² تم تطوير نحو 3.5 ملايين م²، معظمها مكاتب ومساكن. وأدى تجاوز الحجم المتوقع إلى ضغط كبير على الطرق وإضعاف كفاءة توزيع الحركة. وفي الوقت نفسه واصل مخزون المكاتب في شنتشن الزيادة وانخفضت معدلات إشغاله. ولتجنب الضغط المفرط وهدر الموارد الناجم عن التجانس، حولت الحكومتان البلدية والمحلية جزءا من أراضي المكاتب والتجارة المخططة في الساحة الشرقية إلى مرافق عامة ومساحات خضراء، بما فيها مرافق ثقافية على مستوى المدينة.

(2) استثمار متنوع للموارد المكانية لتعزيز الاستدامة المالية. من جهة، يواصل المشغل الأنشطة التقليدية مثل إدارة مواقف السيارات وتأجير المساحات التجارية في الساحة الشرقية، وهي توفر دخلا مستقرا نسبيا. ومن جهة أخرى، يوسع مصادر الدخل. ففي يونيو 2024، مستفيدا من تنمية اقتصاد الارتفاعات المنخفضة، أنشأت شركة مترو شنتشن وشركة طيران عام فوق محطة سيارات الأجرة في الساحة الشرقية أول مشروع صيني يجمع «الطيران منخفض الارتفاع + السكك الحديدية» [16]. كما يحقق هذا الربط الجوي-الحديدي دخلا من تأجير المساحات وبيع التذاكر.

(3) تحويل منخفض التكلفة لمرافق الوصول. للتكيف مع النمو السريع لخدمات السيارات المحجوزة عبر التطبيقات وتراجع النقل بالحافلات بين المدن، حول جزء من الموقف تحت الأرض في الساحة الغربية ومحطة الحافلات السطحية إلى مناطق صعود لسيارات المنصات. وقد حسنت هذه التدخلات منخفضة التكلفة الخدمة، ومنعت ضعف استغلال المنشآت، وواكبت الاتجاهات الجديدة.

الجدول 2. المسافة بين عشرين محطة سكك حديدية مشيدة وغير مستخدمة ومراكز المدن

الرقم	المحطة	الموقع	الخط المخدوم	الحالة	المسافة إلى المركز (كم)

الرقم	المحطة	الموقع	الخط المخدوم	الحالة	المسافة إلى المركز (كم)
1	هِله	بلدة هله، وانينغ	الحلقة الشرقية عالية السرعة في هاينان	مشيدة ولم تفتتح	26
2	شوشان الشرقية	حي شوشان، خفاي	خط خفاي-فوتشو عالي السرعة	مشيدة ولم تفتتح	2
3	تسيجينشان الشرقية	حي تشيشيا، نانجينغ	خط شنغهاي-ووهان-تشنغدو عالي السرعة	مشيدة ولم تفتتح	16
4	جيانغبو	حي بوكو، نانجينغ	خط شنغهاي-ووهان-تشنغدو عالي السرعة	مشيدة ولم تفتتح	37
5	ليله	حي جيانغهاي، جيانغمن	فرع جيانغمن من خط قوانغتشو-تشوهاي بين المدن	مشيدة ولم تفتتح	5
6	جيانغهاي	حي جيانغهاي، جيانغمن	فرع جيانغمن من خط قوانغتشو-تشوهاي بين المدن	مشيدة ولم تفتتح	13
7	جيننينغ الشرقية	حي جيننينغ، كونمينغ	خط كونمينغ-يوشي عالي السرعة	مشيدة ولم تفتتح	23
8	يانغتسونغ	بلدة يانغتسونغ، كونمينغ	خط ناننينغ-كونمينغ عالي السرعة	مشيدة ولم تفتتح	35
9	ييتشوانغ	منطقة التنمية الاقتصادية في بكين	خط بكين-تيانجين بين المدن	مشيدة ولم تفتتح	28
10	شنيانغ الغربية	حي يوهونغ، شنيانغ	خط بكين-شنيانغ عالي السرعة	افتتحت فترة قصيرة ثم أغلقت	46
11	وولانموتو	مقاطعة فوشين المنغولية، فوشين	خط بكين-شنيانغ عالي السرعة	افتتحت فترة قصيرة ثم أغلقت	50
12	نايلينغقاو	مقاطعة تشاويانغ، تشاويانغ	خط بكين-شنيانغ عالي السرعة	افتتحت فترة قصيرة ثم أغلقت	67
13	داندونغ الغربية	حي تشن شينغ، داندونغ	خط داندونغ-داليان السريع	افتتحت فترة قصيرة ثم أغلقت	12
14	هواشياو	كونشان، سوتشو	خط شنغهاي-نانجينغ بين المدن	افتتحت فترة قصيرة ثم أغلقت	12

الرقم	المحطة	الموقع	الخط المخدوم	الحالة	المسافة إلى المركز (كم)
15	باوهواشان	جورونغ، تشنجيانغ	خط شنغهاي-نانجينغ بين المدن	افتتحت فترة قصيرة ثم أغلقت	41
16	يونليانغه	حي لونغتينغ، كايفنغ	خط تشنغتشو-كايفنغ بين المدن	افتتحت فترة قصيرة ثم أغلقت	12
17	جيالوهه	منطقة تشنغدونغ الجديدة، تشنغتشو	خط تشنغتشو-كايفنغ بين المدن	افتتحت فترة قصيرة ثم أغلقت	26
18	نانتساو	منطقة التنمية الاقتصادية في تشنغتشو	خط تشنغتشو-المطار بين المدن	افتتحت فترة قصيرة ثم أغلقت	26
19	منغتشوانغ	منطقة مطار تشنغتشو	خط تشنغتشو-المطار بين المدن	افتتحت فترة قصيرة ثم أغلقت	34
20	جيولانغشان	حي شيفنغ، تشوتشو	خط تشانغشا-تشوتشو-شيانغتان بين المدن	افتتحت فترة قصيرة ثم أغلقت	15

3.2 خبرات تخطيط وتصميم محاور كفؤة

يمكن أن توفر خبرات ودروس محوري شنتشن الشمالية وفوتيان، والاستكشافات الحديثة لمحور شيلي، مرجعا لبناء المحاور عالية السرعة وتشغيلها في الصين.

3.2.1 حجم عقلاني وتنظيم مدمج

يضم الجزء الحديدي من محور شنتشن الشمالية 11 رصيفا و20 خطا، ويتبع تنظيما رأسيا متعدد المستويات [17]. وتقل المسافات بين محطات وسائل الوصول وصالة القطار عامة عن 200 م، وتقل أزمنة التحويل عن خمس دقائق. وبذلك يضمن ضبط الحجم والتنظيم المدمج سهولة التحويل.

3.2.2 تصميم دقيق لتنظيم التحويل

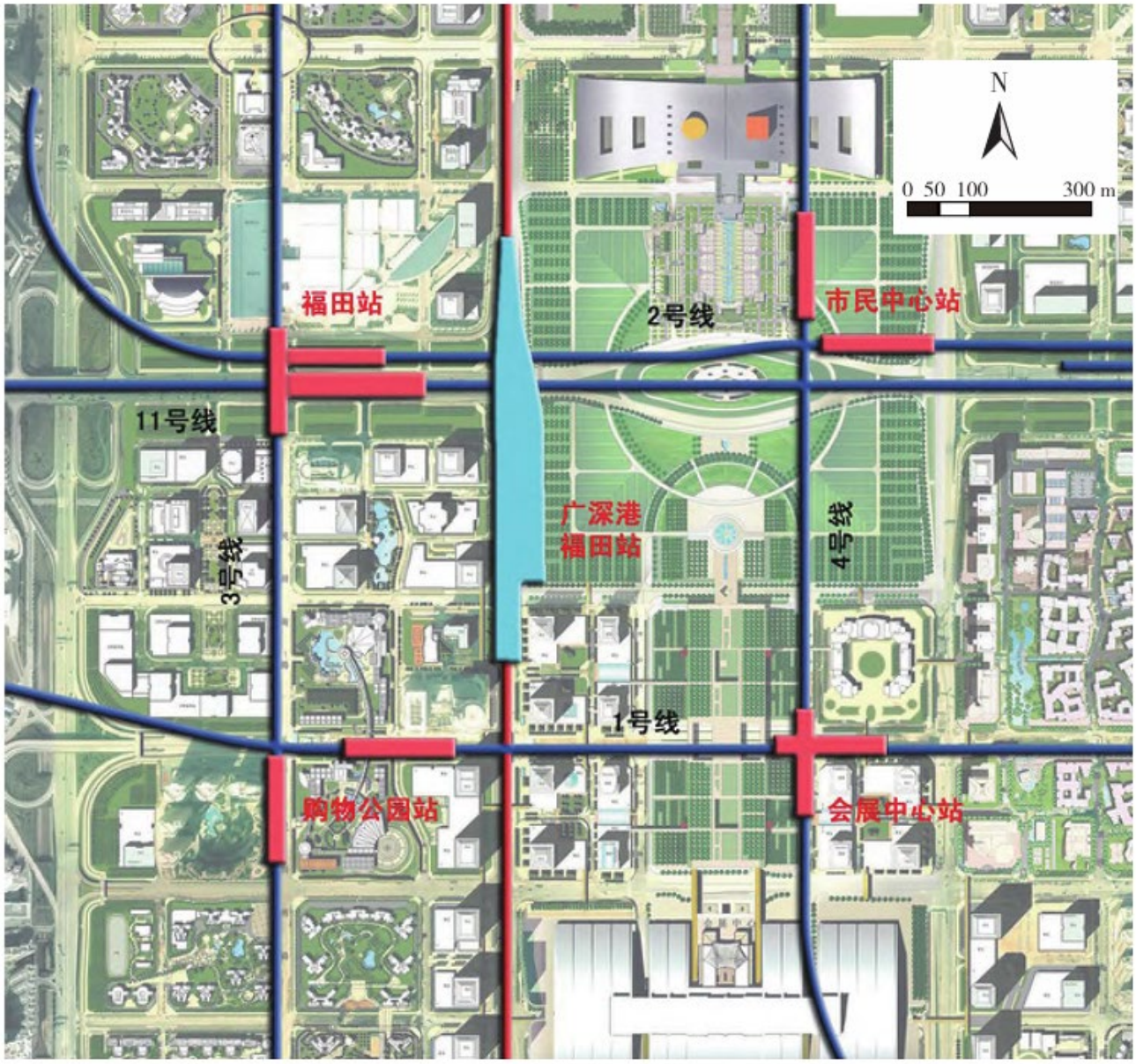
(1) التحويل إلى المترو. ينبغي للمحاور الكبيرة ضبط عدد خطوط المترو المتجمعة في نقطة واحدة لتجنب التركيز ومخاطر التشغيل. وإذا أدرجت عدة خطوط، فمن الأفضل أن تشكل محطاتها شبكة تحويل متعددة النقاط في المنطقة المحيطة. ويضم محور شنتشن الشمالية الخطوط 4 و5 و6 [17]، كما تعد نقطة التحويل بين 6/4 و5 عقدة بنيوية في الشبكة الحضرية (الشكل 11). وبسبب تجاوز ركاب القطار والمترو للتوقعات، يتجاوز كل من تدفق الوصول إلى القطار والتحويل الداخلي في المترو 200 ألف راكب يوميا. ويؤدي تراكبهما إلى ذروة كبيرة، ويفرض تقييد الدخول، ويضعف التجربة، ويعقد الإدارة. أما حول محور فوتيان فتوجد شبكة موزعة متعددة نقاط التحويل [18]، ما يمنع هذا التراكب (الشكل 12).

(2) التحويل سيرا. يقلل التنظيم على المستوى نفسه من التحولات الرأسية ومسافة المشي، وهو أساس الكفاءة. وينبغي وضع مرافق الوصول الرئيسة، قدر الإمكان، على مستوى واحد مع صالة القطار. وفي محور شيلي، حيث يمثل المترو 68% من وسائل الوصول، توضع صالة خروج القطار، وصالة الدخول السريع المحجوزة، وصالة المترو على المستوى نفسه [19]، بما يتيح حركة مباشرة للتدفق الرئيس.

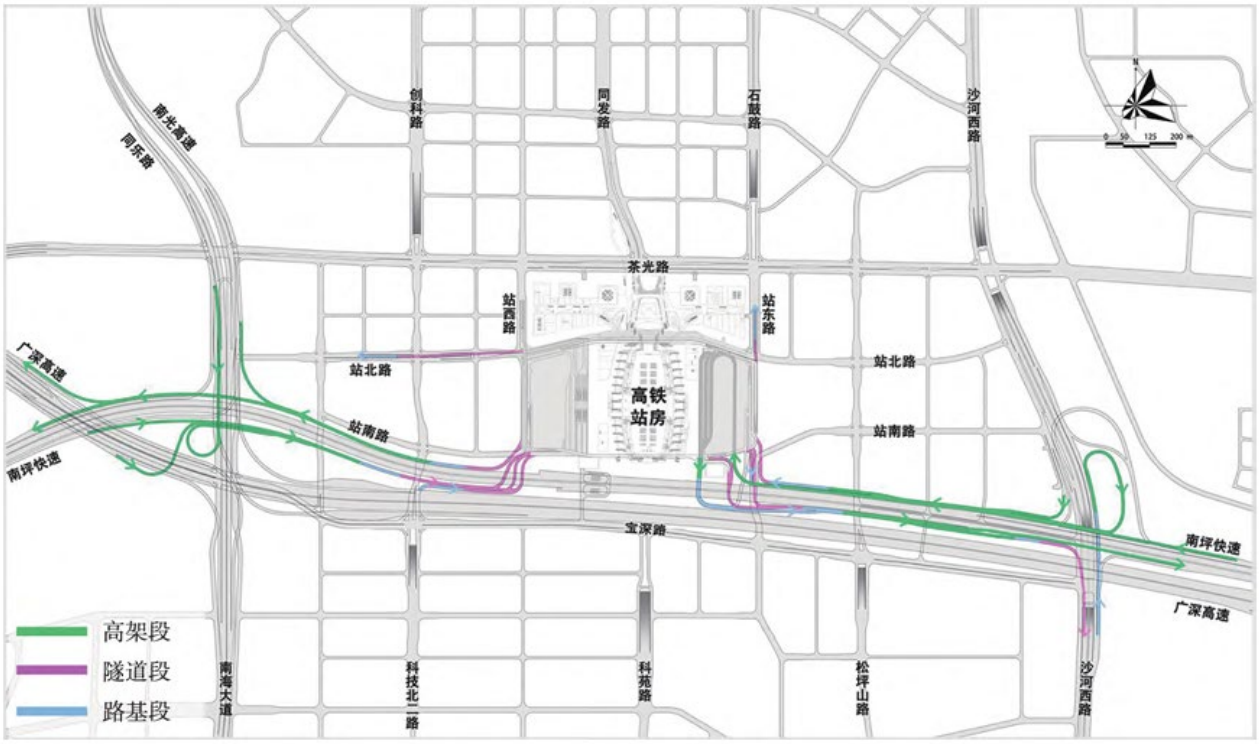
(3) الوصول الفردي. تمثل السيارة الخاصة وسيلة مهمة، وينبغي تلبية حاجاتها الأساسية إلى الدخول والخروج السريع والتوقف القصير بصورة عقلانية. وقد خصص محور شيلي منحدرات تصل إلى الطرق السريعة (الشكل 13)، ومسارات إنزال سريع في الساحتين الشرقية والغربية [19].

(4) الوصول بالحافلات. مساحة قلب المحور محدودة وينبغي تخصيصها أساسا لخدمة الركاب. ويتخلى محور شيلي عن نموذج محطة الحافلات الكبيرة متعددة الوظائف؛ فلا توجد محطة حافلات بين المدن، وتقتصر محطات الحافلات الحضرية أساسا على الصعود والنزول، بينما توضع ساحات الانتظار خارج القلب. وهكذا يحل الفصل بين المحطات النهائية وساحات التخزين محل المنشأة الضخمة المركبة [19].

الشكل 11. توزيع خطوط المترو في محور شنتشن الشمالية



الشكل 12. توزيع خطوط المترو في منطقة محور فوتيان



الشكل 13. توزيع المنحدرات المخصصة للدخول والخروج السريع في محور شيلي

3.3 استكشافات لتحسين تجربة المسافر

نفذت المحاور الصينية تجارب متعددة لتحسين جودة الرحلة، تركز أساسا على الخدمات الإنسانية والمتنوعة والذكية.

3.3.1 خدمات تشغيل متمحورة حول الإنسان

انتشرت في كثير من المحاور خدمات مساعدة ذوي الاحتياجات الخاصة، وغرف الأمهات والأطفال، والتحويل الداخلي المبسط. ومنذ 2010 طبقت المدن تدريجيا التفتيش الأمني عند دخول المترو، ما رفع الشعور بالأمان لكنه خفض السهولة. ولذلك تمثل إمكانية التحويل بين القطار عالي السرعة والمترو دون إعادة التفتيش رغبة عامة. وقد بدأت محاور كثيرة تسمح بالانتقال إلى المترو دون فحص جديد، بل تتيح محطتا تيانجين الغربية وتشينغهه في بكين ذلك في الاتجاهين [20]. ويطبق محور شنتشن الشمالية الإجراء مؤقتا خلال ذروات العطلات، ويدرس تعميمه. أما تصميم محور شيلي فيحجز شروط التحويل ثنائي الاتجاه دون إعادة تفتيش؛ ويمكن منذ الافتتاح الانتقال من القطار إلى المترو، وفي المدى البعيد تطبيق العكس إذا تغيرت السياسات الأمنية.

3.3.2 إنشاء أماكن عالية الجودة وتقديم خدمات متنوعة

لم تعد المحاور الكبرى المعاصرة تقتصر على التحويل، بل تدمج تدريجيا وظائف التجارة والنشاط العام والتبادل الثقافي وتمثيل صورة المدينة. وأصبح إنشاء أماكن جيدة توفر بيئة مريحة وخدمات متنوعة اتجاها حديثا. ففي محور هانغتشو الغربية، الذي افتتح عام 2022، أنشئ بين منشآت السكة حيز تحويل مركزي يسمى «وادي السحاب»، مع تنسيق نباتي، ومركز لخدمات الحزب والمجتمع، ومتحف للقطارات عالية السرعة، وتقام فيه أنشطة ومعارض بانتظام [21]. كما يحجز تصميم محور شيلي مساحات عامة وثقافية عند نهايتي مبنى الركاب [19]، ما يهيئ للأنشطة المستقبلية ويجسد تكامل المحطة والمدينة.

3.3.3 خدمات تشغيل ذكية

يشمل التشغيل الذكي خدمات الركاب، ومراقبة المعلومات، والجدولة، والتحكم في المرافق. وقد استكشفت شنتشن هذه الحلول خلال السنوات الأخيرة. وفي محور شنتشن الشمالية، تتمثل الأولوية في إنشاء نظام معلومات ديناميكي يعرض فوق نظام الإشارات الثابت مسافات المشي وأزمنة الانتظار وحالة الطوابير لكل وسيلة وصول، فيساعد الركاب على الاختيار. كما تعمل المدينة على منصة MaaS للحجز لتحسين المطابقة بين العرض الحديدي والحضري وتقليل الانتظار.

4 الخاتمة

حققت السكك الحديدية عالية السرعة ومحاور ركابها في الصين خلال العشرين عاما الماضية إنجازات كبيرة في تسهيل تنقل السكان ودعم التحضر. وانطلاقا من تحليل القضايا الرئيسة، تقدم الدراسة استراتيجيات منهجية في ثلاثة اتجاهات: استدامة أكبر، وكفاءة أعلى، وتجربة أفضل، وتستعين بحالات عملية لتوجيه المشروعات المقبلة. وفي ظل الثورة التكنولوجية الجديدة التي تحول فيها الرقمنة قطاع النقل بعمق، يمثل الاستخدام المستمر لتقنيات المعلومات والأدوات الذكية للارتقاء بالتخطيط والبناء والتشغيل والخدمة عنصرا أساسيا للتنمية عالية الجودة واتجاها رئيسا لمحاور القطار عالي السرعة في الصين.

المراجع

[1] المكتب الوطني للإحصاء. الكتاب الإحصائي السنوي للصين [M] 2022. بكين: دار الإحصاء الصينية، 2023.

[2] تشنغ جيان. تعميق تكامل المحطة والمدينة لدعم التنمية الحضرية عالية الجودة [R]. بكين: اللجنة المهنية للتخطيط والتطوير المتكامل للنقل والأرض (TOD)، الجمعية الصينية لاقتصاد الأراضي، 2023.

[3] شن ييتشن، تسانغ شينيو، تشن تيان. مراجعة بناء المدن الجديدة حول محطات القطار عالي السرعة في الصين ومسارات التحسين [J]. مجلة المستوطنات البشرية في غرب الصين، 2019، 34(4): 64-57.

[4] اللجنة الوطنية للتنمية والإصلاح. آراء تنفيذية بشأن إنشاء محاور حديثة متعددة الوسائط للركاب وتحسين جودة الرحلات وكفاءتها [EB/OL]. 2020-09-05.

[5] حكومة بلدية تيانجين الشعبية. اثنا عشر تدبيرا لتسهيل التنقل بين بكين وتيانجين ستطبق بالكامل في العام المقبل [N/OL]. صحيفة تيانجين اليومية، 2020-17-12 [18-01-2024].

[6] كلية العمارة والتخطيط الحضري، جامعة تونغجي. التقرير السنوي لعام 2023 عن التنقل بين المدن في دلتا نهر اليانغتسي [R]. شنغهاي: جامعة تونغجي، 2024.

[7] مركز شنتشن لتخطيط النقل الحضري المحدود. الكتاب الأبيض للنقل في شنتشن، طبعة [R] 2020. شنتشن، 2020.

[8] لي شياوجيانغ. تأملات في تكامل المحطة والمدينة [J]. النقل الحضري في الصين، 2022، 20(3): 7-6.

[9] تشو ويده، تساو شيبو، وانغ تسيجيان وآخرون. التصميم الحضري لمحور قطار عالي السرعة في منطقة عالية الكثافة ضمن مفهوم تكامل المحطة والمدينة: حالة محور شيلي في شنتشن [J]. مجلة التخطيط الحضري، 2022(7): 207-200.

[10] تشانغ شياوتشون، سون تشاو، شاو يوان وآخرون. تأملات استراتيجية في تطوير النقل الذكي في الصين في المرحلة الجديدة [J]. النقل الحضري في الصين، 2023، 21(1): 6-1.

[11] تساي يانفي، داي جيفنغ، تشانغ وينا. استراتيجيات وممارسات تخطيط الجيل الجديد من المحاور الحديدية المتكاملة الشبكية [J]. مجلة التخطيط الحضري، (S1)2022: 199-193.

[12] تشيوان بو، وانغ هاو، هو جينغ. تنسيق محاور الركاب في بكين مع الوظائف الحضرية [J]. مجلة التخطيط الحضري، 2018(1): 90-98.

[13] شنغ هوي. توضيح مفهوم تكامل المحطة والمدينة وعناصر تقييمه [J]. النقل الحضري في الصين، 2022، 20(3): 9-8.

[14] مركز شنتشن لتخطيط النقل الحضري. التخطيط التفصيلي للنقل في مقطع لونغهوا-هوانغقانغ من خط ركاب قوانغتشو-شنتشن-هونغ كونغ [R]. شنتشن: مكتب تخطيط شنتشن، 2007.

[15] حكومة بلدية شنتشن الشعبية. المخطط الإقليمي العام لشنتشن ([R] (2035-2021. شنتشن، 2021.

[16] أخبار شنتشن. تشغيل أول مشروع صيني للربط الجوي-الحديدي: الوصول من شنتشن إلى منطقة الخليج الكبرى قوانغدونغ-هونغ كونغ-ماكاو خلال ساعة [N/OL]. 2024-28-06.

[17] مركز شنتشن لأبحاث تخطيط وتصميم النقل الحضري المحدود. تصميم النقل لمحور شنتشن الشمالية في مرحلتي دراسة الجدوى والتصميم الأولي [R]. شنتشن، 2012.

[18] مركز شنتشن لأبحاث تخطيط وتصميم النقل الحضري المحدود؛ معهد شنتشن للتخطيط والتصميم الحضري. التخطيط المتكامل لمنطقة محطة فوتيان [R]. شنتشن: مكتب تخطيط شنتشن، 2008.

[19] مركز شنتشن لأبحاث تخطيط وتصميم النقل الحضري المحدود. التصميم المفاهيمي والمعماري لمحور شيلي متعدد الوسائط: تقرير موضوعي للتخطيط المتكامل للنقل [R]. شنتشن: مجموعة مترو شنتشن، 2023.

[20] مركز شنتشن لأبحاث تخطيط وتصميم النقل الحضري المحدود. تقرير بحثي عن التنفيذ المتكامل لتخطيط محور شيلي وبنائه وتشغيله [R]. شنتشن: مكتب قيادة بناء النقل بالسكك الحديدية، 2023.

[21] جين تشييانغ. الابتكار في تصميم تكامل المحطة والمدينة في محطة هانغتشو الغربية [J]. تقنيات العمارة، (S2)2023: 80-73.

النسخة المنقحة: أغسطس 2024

ترجمة بمساعدة الذكاء الاصطناعي