

Investigación espacial y marco de tecnología de portales digitales para el desarrollo urbano sostenible.

Zheng Degao, Lin Chenhui, Wu Hao, Zhang Yongbo

Resumen: este artículo revisa la evolución de la teoría del desarrollo sostenible urbano y Reflexiones sobre los desafíos actuales que enfrenta el uso genérico del concepto de sostenibilidad en la investigación científica Para enfrentar el impacto de mejorar el uso del espacio EFI-ciudad y la calidad espacial en la era de regeneración urbana, el documento aboga por la integración del espacio como una perspectiva crítica en la investigación de la sostenibilidad. Desarrolla un marco técnico para la expresión espacial del desarrollo económico, social y ambiental, con un enfoque específico en elementos clave y un portal digital. El marco alinea la sostenibilidad espacial con la espacialización de los sistemas económicos, sociales y ambientales. Al utilizar big data espaciales y temporales integrales y de grano fino de múltiples fuentes, el documento presenta un método de portal digital multidimensional, que se aplica a Hangzhou y otras áreas típicas para lograr objetivos de desarrollo urbano sostenible

Palabras clave: sostenibilidad urbana; Estudios de espacialización; Portales digitales

Evolución teórica y reflexión sobre el desarrollo urbano sostenible.

En 1987, la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo publicó "Nuestro futuro común", que exponía claramente por primera vez el concepto de desarrollo sostenible, pasando de centrarse únicamente en la protección ecológica y ambiental a aliviar la oposición entre desarrollo y protección ambiental, y construir un sistema global de ética ambiental comprometido con el desarrollo económico, la equidad social y el respeto al medio ambiente. En las investigaciones de los académicos sobre el concepto de desarrollo sostenible, la connotación de desarrollo sostenible ha ido evolucionando constantemente, formando gradualmente tres ramas principales: desarrollo económico sostenible, desarrollo ecológico sostenible y desarrollo social sostenible [1-2].

En 1992, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo adoptó documentos como la Declaración de Río y la Agenda 21, que se convirtió en un hito para que el mundo promoviera el concepto de desarrollo sostenible. Entre ellos, la Agenda 21 presenta objetivos específicos y medios de implementación desde las tres dimensiones de la sociedad, la economía y el medio ambiente. Por ejemplo, enfatiza la dinámica demográfica y la sostenibilidad en el aspecto social, presta atención a las funciones y necesidades de grupos especiales como mujeres, niños, jóvenes y agricultores, satisface las necesidades básicas y mejora los niveles de vida de todas las personas; En el aspecto económico, enfatiza la erradicación de la pobreza, la aceleración de la cooperación internacional y políticas relevantes para el desarrollo sostenible de los países en desarrollo, y la creación de un futuro más seguro y próspero; En el aspecto de medio ambiente, enfatiza la conservación y gestión de los recursos para promover el desarrollo y mejorar la protección y gestión de los ecosistemas. Desde entonces, el concepto de desarrollo sostenible ha evolucionado hacia docenas de significados, pero los académicos en general han llegado a un consenso de que el concepto de desarrollo sostenible debe garantizar la sostenibilidad de al menos los tres campos de la economía, la sociedad y la ecología.

Como área central de la población mundial, la contradicción entre el hombre y la naturaleza es la más destacada y se ha convertido en una posición importante para la implementación de la

estrategia de desarrollo sostenible. Los conceptos de Sus - ciudades sustentables y sustentabilidad urbana fueron introducidos en

Apareció por primera vez en el Proyecto de Ciudades Sostenibles de las Naciones Unidas a principios de los años 1990. Desde entonces, los investigadores han utilizado las tres dimensiones básicas de economía, sociedad y medio ambiente, absorbieron los conceptos relevantes de economía, sociología y ecología, y ampliaron continuamente los límites teóricos del desarrollo urbano sostenible, derivando muchos conceptos y teorías. La dimensión económica introduce el modelo de economía ambiental, analiza el valor económico de los recursos naturales y deriva conceptos relacionados como consumo verde; La dimensión social utiliza métodos de investigación sociológica como cuestionarios, entrevistas y análisis de redes como referencia para explorar el camino óptimo para mantener la equidad social y mejorar los niveles de vida de las personas, y formar conceptos y teorías como ciudad habitable y comportamiento ambiental; La dimensión ambiental absorbe la huella ecológica, el índice de hábitat y otros métodos de investigación en ecología, mide la relación entre el crecimiento urbano, la capacidad de carga ambiental y de recursos y las emisiones de carbono, y propone conceptos relevantes como ciudad resiliente y ciudad verde [3].

El concepto de desarrollo urbano sostenible es mucho más amplio que el de ciudad verde, ciudad ecológica, ciudad habitable y otros conceptos [4]. El concepto de derivación urbana sostenible sigue surgiendo y los conceptos interdisciplinarios van en aumento; La investigación nacional sobre sostenibilidad urbana está relativamente rezagada, pero también hay una tendencia interdisciplinaria. A través de la recuperación de CNKI en las revistas temáticas principales de CAJD con la palabra clave "desarrollo urbano sostenible", un total de

De 1994 a 2023, hubo 2831 artículos académicos relevantes y 12129 palabras clave. A través del análisis de agrupamiento de palabras clave en el artículo realizado por el software CiteSpace, después de excluir la ubicación (Shanghai, ciudad) y las palabras clave no direccionales (urbanización, sistema de índice), se puede encontrar que las palabras clave relevantes se distribuyen principalmente en el entorno ecológico (entorno ecológico, medio ambiente, ciudad ecológica, bosque escénico), utilización de recursos (ciudad minera), ciudad inteligente, ciudad baja en carbono, suelo industrial (industria terciaria), transporte urbano Renovación urbana y otras siete direcciones (Figura 1), de las cuales las palabras clave de siete direcciones interdisciplinarias representaron el 62,4%. Con base en el análisis de la línea de tiempo, se encuentra que las palabras clave relacionadas con la sustentabilidad cambian gradualmente de "minería y ecología" a Bajas emisiones de carbono, renovación, sabiduría" y otras direcciones, y las palabras clave interdisciplinarias aparecen con mayor frecuencia y representan una proporción mayor.

Desde la perspectiva de la distribución de palabras clave, la investigación sobre el desarrollo urbano sostenible parece ser rica en contenido y completa en el campo, pero las teorías utilizadas se basan principalmente en las teorías centrales y los métodos técnicos de disciplinas relacionadas, y la teoría de la ontología urbana es relativamente deficiente. ; Parece que las disciplinas están integradas, pero no existe un marco de investigación ni un diseño de métodos unificados y comparables. Es difícil apoyar eficazmente la práctica de planificación y construcción del desarrollo urbano sostenible sólo desde las tres dimensiones de sociedad, economía y entorno natural. Según el análisis de palabras clave de desarrollo urbano sostenible, las palabras clave directamente relacionadas con el espacio urbano son solo el 24,5%, muy por debajo de la dirección interdisciplinaria. La investigación sobre desarrollo urbano sostenible tiene la tendencia

de "vaciar" [5], y la investigación sobre Ontología urbana
La "espacialización" se centra menos.

Estudio sobre la espacialización del desarrollo urbano sostenible

2.1 revisión de la investigación sobre espacialización del desarrollo urbano sostenible

En vista de la tendencia a la generalización y al vaciamiento del concepto de investigación urbana sostenible, los académicos se dan cuenta gradualmente de que el espacio es un vehículo importante para comprender la interacción entre el ser humano y el medio ambiente, y la investigación del desarrollo urbano sostenible debería aumentar el atributo espacial [6]. Los primeros investigadores comenzaron a combinar la teoría espacial con la teoría de la sostenibilidad. Chang Yong y otros [7] desmantelaron los elementos clave del espacio económico, el espacio social y el espacio ecológico de las dimensiones de cantidad, calidad y tiempo, centrándose en el análisis espacial de la sostenibilidad urbana. Más tarde, los investigadores representados por godschalk agregaron habitabilidad al modelo tridimensional de economía, sociedad y medio ambiente urbanos sostenibles, y construyeron un modelo piramidal sostenible que consta de cuatro pilares, a saber, desarrollo económico, equidad social, protección ambiental y ciudad habitable [8]. Basado en la teoría del desarrollo urbano sostenible y las ciudades habitables, el modelo piramidal sostenible logra el regreso de la disciplina de planificación urbana al objeto central del espacio [9]. Posteriormente, en el estudio, fueron apareciendo paulatinamente los indicadores de atributos espaciales en el sistema de evaluación relacionados con el desarrollo urbano sostenible. Gao Jun y otros [10] utilizaron tecnología de big data para evaluar los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas.

(ODS) análisis cuantitativo de indicadores relacionados con la ciudad.

En la actualidad, la investigación académica sobre el contenido espacial del desarrollo urbano sostenible se divide principalmente en dos aspectos (Tabla 1). Por un lado, se centra en la sostenibilidad de los atributos del espacio mismo y estudia el impacto de diferentes eficiencias en el uso del suelo, estructuras espaciales, modos de organización y formas espaciales en el nivel de desarrollo urbano sostenible desde las perspectivas del uso del suelo urbano, forma espacial urbana y políticas de diseño y planificación urbana; Por otro lado, se centra en los elementos clave del desarrollo urbano sostenible en las dimensiones de economía, sociedad y medio ambiente, estudia la sostenibilidad de diferentes espacios de atributos funcionales en la ciudad y explora el camino de optimización sostenible del espacio urbano como el espacio de producción, espacio cultural, espacio residencial, espacio de ocio, espacio de servicios y espacio verde. Sin embargo, la investigación actual sobre la sostenibilidad del espacio se basa principalmente en el desmantelamiento de los objetivos ODS de las Naciones Unidas, que deberían abordar la identificación de los problemas de desarrollo actuales y los elementos clave del desarrollo urbano en China. Los datos de la investigación aún carecen de granularidad y comparabilidad; La investigación espacial sostenible no es sistemática y hay relativamente más investigaciones desde la dimensión de la justicia espacial, especialmente el espacio residencial y el espacio de servicios, y menos atención de otras dimensiones.

2.2 marco técnico para el desarrollo sostenible, económico, social y ambiental basado en el espacio

El marco de investigación del desarrollo sostenible ha pasado por la etapa embrionaria de centrarse en la construcción económica y tener en cuenta la sostenibilidad de la sociedad y el medio ambiente natural en la etapa inicial del establecimiento de la teoría, hasta la etapa de desarrollo inclusivo en la que se enfatiza la unidad del crecimiento económico, social, desarrollo y protección del medio ambiente. En la actualidad, para abordar sistemáticamente el problema del desarrollo urbano sostenible, es necesario tomar el espacio urbano como portador de la investigación sostenible y establecer el marco de investigación espacial del desarrollo urbano sostenible combinado con la investigación espacial de la economía, la sociedad y ambiente. Por un lado, el espacio es el pilar y el trasfondo del desarrollo urbano sostenible. La investigación sobre la espacialización del desarrollo urbano sostenible debe volver a la propia nave espacial y encontrar la dirección de su investigación sobre el desarrollo sostenible. Por otro lado, la mejora del nivel sostenible de la economía, la sociedad y el medio ambiente urbanos no sólo necesita el apoyo de la asignación de recursos espaciales, sino que también aportará retroalimentación a la construcción espacial urbana y afectará el nivel de desarrollo sostenible del espacio urbano. La investigación sobre la espacialización del desarrollo urbano sostenible necesita aclarar la relación interactiva entre el espacio y el desarrollo sostenible en las dimensiones de economía, sociedad y medio ambiente, y aclarar la idea técnica de espacialización de la economía, la sociedad y el medio ambiente.

Por lo tanto, la investigación sobre la espacialización del desarrollo urbano sostenible debe hacer lo siguiente: primero, extraer los atributos espaciales de la economía, la sociedad y el medio ambiente, aclarar el enfoque de la espacialización en tres dimensiones y llevar a cabo investigaciones sobre la espacialización en diferentes dimensiones; El segundo es estudiar la sostenibilidad del propio espacio a partir de los atributos inherentes al espacio urbano. Finalmente, se conformará el marco técnico de "el espacio como pilar del desarrollo sostenible económico, social y ambiental". Ver Figura 2. 2.3 elementos clave de la investigación espacial y el retrato digital Tecnología

Bajo el marco técnico del desarrollo sostenible económico, social y ambiental con el espacio como pilar, el enfoque de la investigación sobre la espacialización urbana sostenible es identificar los elementos clave del actual desarrollo espacial sostenible y la espacialización de las dimensiones económica, social y ambiental, y al mismo tiempo Al mismo tiempo, con la ayuda de la tecnología de big data, se construye la tecnología de retratos digitales de cada dimensión [28]. En comparación con el desarrollo sostenible del espacio urbano, los retratos digitales de la economía, la sociedad y el medio ambiente urbanos carecen de objetos espaciales claros, por lo que es necesario dar prioridad a la expresión espacial de las tres dimensiones. Sobre esta base, las tres dimensiones de economía, sociedad y medio ambiente pueden ser similares a la dimensión espacial, aclarar el enfoque del espacio clave y luego seleccionar los elementos clave de la espacialización del desarrollo sostenible para completar el retrato digital.

Por lo tanto, este estudio define el marco de la tecnología del retrato digital de "expresión espacial - enfoque - elementos clave". En primer lugar, de acuerdo con los diferentes enfoques del desarrollo sostenible en diferentes etapas del desarrollo urbano, este artículo analiza las demandas centrales del actual desarrollo urbano sostenible de China e identifica el enfoque espacial de las dimensiones económica, social y ambiental. En segundo lugar, según la subdimensional Investigación sobre la relevancia del desarrollo sostenible, el enfoque de cada dimensión en el contexto chino está condensado. A partir de la identificación de las cuestiones centrales de las

dimensiones económica, social y ambiental, se seleccionan los elementos clave desde múltiples perspectivas para mejorar la eficiencia y la calidad espacial. Finalmente, la introducción de big data espacio-temporal de múltiples fuentes con alta cobertura y granularidad fina, a través de una serie de retratos digitales, forma un retrato digital espacial desde el desarrollo sostenible urbano económico, social y ambiental hasta la ontología espacial urbana.

3. Investigación espacial y retratos digitales de las dimensiones económica, social y ambiental

3.1 Investigación sobre espacialización económica sostenible y aplicación de retratos digitales.

3.1.1 extracción de elementos clave de la espacialización económica sostenible

El espacio de producción es la base de las actividades económicas urbanas y también es el foco de la investigación espacial sobre la sostenibilidad económica urbana. Por un lado, el espacio de producción necesita ajustar el modo de producción ineficiente y extensivo mediante una utilización eficiente del espacio y factores de producción; Por otro lado, necesitamos cultivar el espacio para la innovación, promover la reorganización de factores intangibles como el capital de conocimiento, el capital humano y el sistema, y promover la división del trabajo y la cooperación entre los factores de producción. Por lo tanto, este artículo toma el espacio de producción como el objeto principal de la investigación sobre la espacialización económica sostenible y se centra en el cultivo de la ecología de la innovación, el nivel de cooperación entre industrias, el nivel intensivo del espacio de producción y la atracción de talentos [29].

La investigación sobre la espacialización de la sostenibilidad económica se centra en cuatro elementos clave, a saber, el grado de aglomeración de la innovación, el grado de relevancia industrial, el grado de eficiencia espacial y el atractivo del empleo. Con la ayuda de datos de múltiples fuentes, como el número de sucursales de la sede, el rendimiento del suelo industrial y el número de graduados universitarios, se forma un retrato digital del espacio de producción. Entre ellos, el grado de aglomeración de innovación enfatiza el grado de aglomeración de empresas, instituciones, talentos y otros temas de innovación, y utiliza el número de empresas de alta tecnología, institutos de investigación científica, universidades, grandes dispositivos científicos, laboratorios nacionales y otros datos para ponderación estandarizada. análisis; El grado de correlación industrial enfatiza la interrelación entre las empresas manufactureras y utiliza nuevos datos, como el número de sucursales de la sede y el número de contratos de compra de proveedores para un análisis ponderado estandarizado; El grado de beneficio espacial enfatiza el desempeño del uso de la tierra del espacio de producción y lleva a cabo un análisis ponderado estandarizado basado en datos como el impuesto promedio por mu de terreno industrial y la proporción de parcelas de terreno industrial; La atracción de empleo enfatiza la capacidad de las ciudades para atraer talentos. Se puede realizar un análisis ponderado estandarizado utilizando datos como la preferencia laboral de los graduados, el número de graduados universitarios, el incremento de la población permanente, el número de jóvenes y el número de personas con un alto nivel educativo.

3.1.2 Aplicación del retrato digital de la sostenibilidad económica y la espacialización

El retrato digital de la espacialización sostenible de la economía urbana se centra en los tres elementos clave de la aglomeración de la innovación, la eficiencia espacial y la atracción de empleo. El retrato digital se construye a través de 10 indicadores clave, con el fin de detectar el espacio industrial con alto nivel de aglomeración de innovación y baja eficiencia, y evaluar las

características de distribución espacial. Tomando a Hangzhou como ejemplo, basándose en el análisis del grado de aglomeración de elementos de innovación como colegios y universidades, incubadoras y grandes instalaciones científicas, el retrato digital identifica tres áreas de innovación maduras, incluida el área alrededor de la Universidad de Zhejiang, la ciencia del futuro. y Technology City, y Binjiang, así como tres áreas de innovación, incluido el centro de la ciudad, Xiasha y el lago Qingshan, que aún se encuentran en la etapa de crecimiento (Figura 3). Las seis áreas de innovación mencionadas reúnen el 61% de las empresas de producción y servicios de alta tecnología de la ciudad, el 52% de las instituciones de investigación científica, el 46% de los talentos altamente educados y el 43% de los jóvenes. Al mismo tiempo, los terrenos industriales de bajo rendimiento en diferentes ubicaciones se seleccionaron en función del valor de producción promedio de 50.000, 80.000 y 100.000 yuanes por mu, y se superpusieron los terrenos industriales de baja utilización con una proporción de parcelas de menos de 0,8, de modo que identificar 166 km² de áreas de aglomeración espacial industrial de baja eficiencia, como el norte de Gongshu, el sur de Xiaoshan, el área de Linkong y el este del río Qiantang. A través de la identificación del espacio de aglomeración de factores de innovación y el espacio industrial ineficiente, podemos localizar con precisión las áreas clave y las áreas potenciales de desarrollo industrial sostenible en Hangzhou, a fin de guiar la ejecución centralizada de estrategias y políticas.

Basado en el análisis de dos indicadores clave superpuestos con el grado de relevancia industrial, el retrato digital de la espacialización económica sostenible urbana se puede ampliar aún más para realizar la evaluación general y la comparación subdimensional del nivel económico sostenible de diferentes ciudades, especialmente mediante el uso de Comparación de índices de subdimensiones para observar los tableros largos y cortos de cada ciudad. Por ejemplo, Hangzhou ocupa un lugar destacado en competitividad en innovación en virtud del aumento anual de 270.000 residentes permanentes y el atractivo de los graduados universitarios que ocupan el segundo lugar. Sin embargo, debido a la falta de instalaciones básicas de innovación, Hangzhou no tiene ventaja en el nivel de aglomeración de recursos de innovación; Con tres laboratorios nacionales y ocho grandes dispositivos científicos, Hefei está a la cabeza en términos de instalaciones básicas de innovación. El atractivo de los graduados que ocupan el cuarto lugar tiene cierta ventaja en la competencia de innovación, pero su grado de cooperación en innovación es mucho menor que el de Hangzhou y Nanjing.

3.2 Investigación sobre espacialización social sostenible y aplicación de retratos digitales.

3.2.1 extracción de elementos clave de espacialización social sostenible

El espacio vital es el principal objeto de la investigación sobre la espacialización del desarrollo social sostenible. Con el cambio de estructura demográfica y etapa de urbanización, el enfoque del espacio habitable ha pasado gradualmente del "sí" al "bueno". Es necesario mejorar la habitabilidad, la industria y la movilidad de los residentes urbanos para satisfacer las necesidades de diversos grupos. Por lo tanto, la oferta de espacio e instalaciones que satisfagan las necesidades de diversas poblaciones para residencia, empleo y viajes es el foco de la investigación sobre espacialización social sostenible.

Por lo tanto, el retrato digital de la espacialización social sostenible debería primero prestar atención a las necesidades diferenciadas de las personas de diferentes edades, especialmente los ancianos, los jóvenes y los jóvenes, y analizar la oferta de instalaciones de servicios públicos que coincidan con la estructura de edad; En segundo lugar, es necesario centrarse en la situación del

empleo y analizar las características de distribución espacial del empleo urbano [30]; En tercer lugar, debemos prestar atención a la situación de los viajes de los residentes urbanos y analizar las características del tráfico urbano. Finalmente, la investigación espacial de la sostenibilidad social extrae tres elementos clave, a saber, nivel habitable, nivel empleable y nivel transitable. Entre ellos: el nivel de habitabilidad se basa en el censo o los datos de etiquetas basados en datos de ubicación móvil (LBS) para calcular la proporción de niños, jóvenes, personas de mediana edad y ancianos.

La tasa de cobertura de la educación básica ①, los servicios para las personas mayores ②, la gestión de la salud ③, las actividades recreativas y deportivas ④ y los servicios comerciales ⑤ y otras instalaciones se miden para comunidades con diferentes estructuras de edad; Con base en los datos de desplazamientos de LBS o los datos de señalización móvil, el nivel de empleabilidad identifica la distribución del espacio de empleo, lo compara con la población permanente regional y analiza la adecuación de la oferta de empleo en la región; El nivel factible también se basa en los datos de desplazamiento de LBS o los datos de señalización móvil para medir la distancia de desplazamiento diario de los residentes urbanos y, finalmente, realizar un análisis de superposición para establecer un retrato digital espacial sostenible de la sociedad.

3.2.2 espacialización social sostenible de la aplicación de retratos digitales

Los retratos digitales socialmente sostenibles basados en el nivel habitable, el nivel ocupacional y el nivel de movilidad pueden mostrar con precisión el grado de acoplamiento entre las personas, el espacio y las instalaciones de la ciudad. Según la distribución estática de la población, se analiza el nivel de oferta de instalaciones de servicios públicos precisos para niños, jóvenes y personas mayores. En vista del flujo dinámico de población, este artículo se centra en el análisis del nivel de equilibrio entre empleo y vivienda y la distancia promedio de viaje en diferentes regiones, y juzga el grado de acoplamiento entre el diseño funcional urbano y la distribución de la población. Tomando Hangzhou como ejemplo (Figura 4), en el retrato digital que representa el nivel de habitabilidad, se puede ver que en áreas con una alta concentración de población de edad avanzada, como el distrito de Shangcheng y el distrito de Gongshu, la tasa de cobertura del cuidado de personas mayores a nivel comunitario instalaciones es inferior al 70%; Áreas de Binjiang y Yuhang 4-

El número de niños de 6 años y de alumnos de 7 a 12 años es relativamente grande. Dirigido aún más a las áreas donde se concentran los mayores y los pequeños, como Binjiang y Yuhang en Hangzhou, donde se concentran los niños pero la tasa de cobertura del radio de servicio de jardín de infantes es inferior al 45%, y la tasa de cobertura del radio de servicio de escuela primaria es menos del 50%, es necesario optimizar la oferta de instalaciones adecuadas para los jóvenes y los mayores en combinación con retratos habitables. En el retrato digital que muestra el nivel adecuado para el empleo se puede ver que la relación entre trabajo y residencia en la antigua zona urbana y el grupo Yuhang es

0,53-0,60, que es el área de equilibrio trabajo vivienda; La relación entre empleo y vivienda en la ciudad de Jiangnan llega a 0,61, que es un área de ventaja laboral; La tasa de residencia laboral de seis grupos, incluidos Yipeng, Pingyao, Linping, Guali, Liangzhu y Linping, es inferior a 0,50 y pertenecen a áreas de empleo débil. Del retrato digital que muestra el nivel adecuado para caminar se puede ver que los desplazamientos de larga distancia de más de 15 km representan menos del 10% en los dos tipos de zonas, a saber, las zonas con equilibrio entre empleo y vivienda y las

zonas con ventajas laborales en Hangzhou y la distancia de viaje es relativamente razonable; En las zonas periféricas con poco empleo, los desplazamientos de larga distancia, de más de 15 kilómetros, representan más del 20%.

Los retratos digitales pueden proporcionar ideas de optimización para el diseño funcional y la oferta de instalaciones del desarrollo social sostenible urbano, como prestar atención a las personas mayores y a la pequeña población, y lograr una oferta equilibrada de espacio urbano para vivir y trabajar. Sobre la base de los retratos digitales espaciales sostenibles de una sola ciudad, también podemos establecer los retratos digitales espaciales sostenibles de una serie de ciudades y medir el nivel de desarrollo sostenible de diferentes ciudades comparando el nivel habitable, el nivel de negocios y el nivel de viajes. nivel.

3.3 Investigación sobre espacialización y aplicación de retratos digitales de la sostenibilidad ambiental.

3.3.1 extracción de elementos claves de la sostenibilidad ambiental Espacialización

Los espacios verdes son el contenido clave de la sostenibilidad ambiental. Para lograr el desarrollo sostenible del entorno urbano, por un lado, es necesario garantizar que la cantidad total de espacios verdes sea suficiente para proporcionar los servicios ecológicos, la purificación del aire, la regulación del clima y otras funciones que requiere la ciudad. Por otro lado, es necesario optimizar continuamente el patrón de espacios verdes con parches y corredores de red continuos como soporte, y mejorar su cobertura, continuidad y nivel compuesto funcional, de modo que se garantice la continuidad orgánica del hábitat urbano y la calidad de vida de los habitantes de los alrededores. Por lo tanto, la cantidad total, la distribución y la calidad de los espacios verdes son el foco de la investigación sobre espacialización ambiental sostenible.

A través de datos de teledetección, datos estadísticos y datos de análisis espacial para establecer un retrato digital de la sostenibilidad ambiental. El índice total de espacios verdes se analiza utilizando el área de espacios verdes del parque per cápita, el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y otros datos. El diseño de los espacios verdes utiliza el índice de cobertura del parque ^⑥ para analizar la accesibilidad y la uniformidad de los espacios verdes del parque para los residentes locales; Utilice el índice de seguridad del parque per cápita ^⑦ para aumentar aún más la granularidad del análisis para analizar el nivel de oferta del área del parque en diferentes regiones. La calidad del servicio de los espacios verdes se basa en el número de especies biológicas y la densidad de población en el espacio verde, y se evalúan respectivamente los indicadores de biodiversidad y vitalidad de la población. 3.3.2 Aplicación del retrato digital de la sostenibilidad ambiental y la espacialización

Un retrato digital ambientalmente sostenible que integre la cantidad total, el diseño y la calidad de los espacios verdes puede medir con precisión la distribución y el nivel de servicio de los espacios verdes dentro de una ciudad. Tomemos Hangzhou como ejemplo (Figura 5): en términos de la cantidad total de espacios verdes, los retratos digitales identifican el área de varios espacios verdes, y se mide que el área de espacios verdes del parque per cápita en Hangzhou es de 13,74 m², cerca de la media nacional (14 m²). En términos de distribución espacial, la tasa de cobertura de los parques con un radio de 500 m en el área urbana de Hangzhou es del 81,81%, lo cual es bueno, pero la continuidad de los espacios verdes de los parques en los distritos y condados periféricos es insuficiente, y la tasa de cobertura El radio de servicio es generalmente inferior al 80%, lo que constituye un fenómeno de "alto en el área urbana y bajo en la periferia". Al mismo tiempo, el

grado de seguridad de parques per cápita de Hangzhou alcanzó el 63,64%, y la proporción de áreas con una oferta de parques per cápita de más de 5 M2 alcanzó el 63,64%, ubicándose en tercer lugar entre las 12 megaciudades, pero la proporción de áreas con parques per cápita el suministro de más de 20 m2 era insuficiente

28,28%, lo que indica que el número de parques integrales con instalaciones más completas y mayor superficie en Hangzhou es insuficiente. En términos de la calidad de los espacios verdes, los retratos digitales reflejan que la vitalidad de las personas en los espacios verdes de Hangzhou sigue siendo la más alta alrededor del Lago del Oeste, Xixi y otros lugares escénicos tradicionales. Hay una falta de ciertas instalaciones comerciales y de servicios públicos alrededor de los espacios verdes ribereños, como los espacios verdes ribereños y los espacios verdes Xiasha, y la vitalidad de las personas es relativamente baja.

Con base en el análisis de retratos digitales ambientalmente sostenibles, podemos identificar áreas con una cobertura insuficiente de espacios verdes y juzgar la calidad del servicio de los espacios verdes existentes, a fin de proponer ideas para la optimización ambiental sostenible, como aumentar los espacios verdes diversificados, mejorar cobertura y accesibilidad del espacio. A partir de la imagen digital del entorno espacial sostenible de una sola ciudad, también se puede comparar la cantidad total, la distribución y la calidad de los espacios verdes entre ciudades.

4 retratos digitales del desarrollo sostenible en dimensiones espaciales

4.1 extracción de elementos clave del desarrollo sostenible en la dimensión espacial

Otro contenido importante de la investigación sobre la espacialización del desarrollo sostenible es la investigación sobre el desarrollo sostenible del propio espacio. Por un lado, es necesario mantener una intensidad de desarrollo adecuada para la sostenibilidad de la utilización de los recursos de la tierra y la realización de un uso intensivo y eficiente y una liberación ordenada de la tierra; Por otro lado, es la encarnación de la habitabilidad, garantizando un espacio habitable bien diseñado, evitando entornos habitables superpoblados y cumpliendo con los requisitos de salud e higiene. La sostenibilidad de la forma urbana se ha convertido en un amplio consenso entre los académicos sobre el desarrollo sostenible del espacio urbano [31]. Los indicadores de forma espacial comunes incluyen tres indicadores básicos: intensidad, densidad y altura. Además, también incluyen compacidad, dispersión y dimensión fractal [32]. Para eliminar la fuerte correlación entre indicadores y evitar demasiadas contradicciones entre indicadores, este artículo parte de los atributos básicos de la forma espacial, selecciona tres elementos clave, altura, densidad e intensidad, que están directamente relacionados con el control de la forma espacial urbana. , para establecer el retrato digital de la forma espacial urbana, y calcula la altura, densidad e intensidad promedio del vecindario mediante el uso de datos topográficos y datos de modelado topográfico y cartográfico, para formar retratos digitales de dimensiones espaciales.

4.2 Aplicación de imágenes digitales de la forma espacial urbana basada en la intensidad de la densidad de altura.

La imagen digital de la forma espacial puede representar con precisión la forma espacial urbana con el vecindario como unidad, analizar las características de distribución de la forma espacial urbana actual y compararla aún más con la forma espacial basada en la predicción de planificación y la zonificación de intensidad ideal, de modo que identificar los posibles riesgos problemáticos de la forma espacial urbana, a fin de llevar a cabo una respuesta planificada.

Con base en la altura promedio de los edificios, la densidad promedio de los edificios, la intensidad promedio del desarrollo, el área de terreno, el área de construcción, el área base de los edificios y otros seis indicadores, la situación actual de la forma espacial urbana se puede formar en un retrato digital. El K - significa que el análisis del algoritmo de agrupamiento de los seis indicadores puede dividir los vecindarios internos urbanos en varias formas espaciales, como alta intensidad, alta densidad y alta altura, intensidad media, alta densidad y alta altura. Las diferentes ciudades suelen contener entre 4 y 6 tipos de formas espaciales típicas de barrio. Tomando Hangzhou como ejemplo, se identificaron cuatro tipos de patrones espaciales típicos de vecindario mediante retratos digitales (Fig. 6). Entre ellos, los vecindarios de alta intensidad, densidad media y gran altura se concentran básicamente dentro de la autopista del cinturón, en su mayoría grupos de edificios de gran altura en la plaza Wulin, la nueva ciudad de Qianjiang, el área central de Riverside y la ciudad de Zijingang. La intensidad de desarrollo promedio de los vecindarios es de 5.0-6.0, la densidad de construcción promedio es de 30% -32% y la altura promedio de construcción es de más de 48 M; Las parcelas de intensidad media, alta densidad y altura media se disponen a lo largo del núcleo único de la ciudad vieja. La mayoría de ellos son bloques comerciales junto al lago que mejor representan el gen espacial tradicional de Hangzhou. La intensidad de desarrollo promedio del vecindario es de 1,8-2,0, y la densidad de construcción promedio

40%-45%, con una altura media de edificación de 27-48 m; Las parcelas de baja intensidad, alta densidad y baja altitud tienen un diseño hueco a lo largo de los grupos industriales periféricos, principalmente las plantas y campus de la Zona de Desarrollo Económico de Xiasha, la Universidad Zijingang Zhejiang y el área oeste de Xiaoshanqiao. La intensidad de desarrollo promedio del vecindario es de 1.2-1.5, la densidad de construcción promedio es de 36% -40% y la altura promedio de construcción es de 12-27 M; Las parcelas de baja intensidad, baja densidad y baja altura están dispersas, en su mayoría parcelas dispersas cerca de las montañas, el aeropuerto de Jianqiao y alrededor de la industria del municipio de Xiaoshan. La intensidad de desarrollo promedio del vecindario es inferior a 0,5, la densidad de construcción promedio es inferior al 18% y la altura promedio de los edificios suele ser inferior a 12 M.

Sobre la base de la imagen digital actual, la imagen esperada de la futura forma espacial urbana se puede formar aún más utilizando los datos de control de altura, densidad y resistencia del plan de control aprobado, y los puntos de riesgo en el futuro control de la forma espacial urbana pueden identificarse comparándolo con la imagen actual. Tomando Hangzhou como ejemplo, a través de la comparación entre la situación actual y los retratos digitales esperados, se encuentra que la proporción de trama planificada aún mejorará significativamente en comparación con la situación actual, y la proporción de trama promedio dentro del círculo de la ciudad aumentará de

La proporción de parcelas con intensidad media y alta aumentó del 31% al 60%. En particular, la intensidad de la construcción en el norte de la ciudad y el sur de Xiaoshan aumentará considerablemente, lo que traerá desafíos para la protección de las características históricas y culturales de la ciudad. Además, la distribución del área de vecindario con diferente intensidad de desarrollo se puede comparar con la distribución de intensidad de una ciudad ideal, y se puede juzgar el grado razonable de desarrollo espacial general de diferentes ciudades. Según la investigación previa del autor, la alta densidad de los vecindarios y los elementos clave del desarrollo sostenible (beneficios económicos, nivel habitable, calidad del espacio, etc.) muestran una relación en forma de U invertida. Deberíamos abogar por una distribución de la intensidad

urbana más "en forma de oliva", dominada por una intensidad de desarrollo media [33]. Tomando Hangzhou como ejemplo, la curva de distribución de fuerza general en la autopista del cinturón se acerca a la "forma de oliva". El área de parcelas con resistencia media (proporción de parcelas de 1,0 a 2,5) representa la mayor proporción, que supera el 40% del área total de construcción en la autopista del cinturón. Sin embargo, en comparación con la distribución ideal, la proporción de parcelas con fortaleza media sigue siendo baja y la proporción de parcelas con fortaleza baja (proporción de parcelas inferior a 1,0) es relativamente alta, lo que demuestra que todavía hay un cierto número de vecindarios con baja intensidad de desarrollo en la ciudad, y la eficiencia de utilización del espacio se puede mejorar moderadamente.

A través de la fina representación de la forma espacial urbana mediante retratos digitales, podemos lograr la orientación del control de altura, intensidad y densidad de la zonificación, y proponer estrategias de optimización más prácticas para el control de la densidad de la ciudad vieja, el control de la altura de áreas clave como como frente al mar y montañas circundantes, y el control de intensidad de otras áreas generales. Basado en el retrato digital y el análisis de una sola ciudad, el retrato digital de la morfología espacial urbana también se puede utilizar para comparar las diferencias de las características generales de la morfología espacial entre ciudades analizando la altura promedio de los edificios, la densidad promedio de construcción y la intensidad promedio del desarrollo para diferentes ciudades. ciudades, como se muestra en la Tabla 2.

5 Resumen y perspectivas

Este artículo revisa la evolución de la teoría del desarrollo sostenible urbano y propone que el espacio como un importante portador del desarrollo sostenible debe incluirse en la dimensión de la investigación urbana sostenible. El marco técnico de "el espacio como pilar, económico social ambiental desarrollo sostenible

(Figura 7), intentando solucionar el problema de generalización del concepto actual de investigación en sostenibilidad urbana, y tomando el espacio como un chasis importante de la investigación en sostenibilidad.

A medida que el desarrollo urbano de China ha entrado en una nueva etapa de "renovación basada en existencias", la mejora de la eficiencia espacial y la calidad espacial se ha convertido en la línea principal para promover el desarrollo espacial urbano. Mediante la optimización estructural, la utilización compuesta y el aumento de la intensidad para mejorar la eficiencia de la utilización del espacio, se puede mejorar la competitividad espacial de la ciudad; La mejora de la calidad del espacio está directamente relacionada con la "remejora" del bienestar de los ciudadanos y es de gran importancia para la transformación de la vida de los ciudadanos del "sí" al "bueno". Por lo tanto, este estudio de espacialización del desarrollo urbano sostenible explora la tecnología de retrato digital multiescala y propone métodos de implementación precisos para mejorar la eficiencia espacial y la calidad espacial, que tiene un importante significado local y valor de época para apoyar el desarrollo de alta calidad de las ciudades. en China.

Por supuesto, en la actualidad, la investigación sistemática sobre la espacialización del desarrollo urbano sostenible apenas ha comenzado. En el futuro, con el mayor enriquecimiento de los medios técnicos, el carácter científico de la investigación aún tendrá mucho que mejorar. Los elementos clave de la investigación espacial pueden ampliarse aún más. Por ejemplo, al enfrentar cuestiones importantes como el cambio climático, la tecnología de retratos digitales puede aumentar aún más

los elementos e indicadores de las emisiones totales de carbono, la estructura de las emisiones de carbono y otros aspectos [34]; La escala de la investigación espacial también puede refinarse aún más. Este artículo todavía se centra en la escala urbana y la escala comunitaria está menos involucrada. En el futuro, con una mayor mejora de la precisión de los datos, el objeto de investigación podrá ampliarse aún más a escala de bloque y comunidad.