

Un estudio sobre las características y el mecanismo de influencia de la vitalidad urbana en el círculo de desplazamientos de Pekín basado en la teoría del gradiente Jiang Yuzhan, Lu Yi, Yun Yingxia, Ren Lijian

Resumen el estudio de la vitalidad urbana ha atraído una gran atención en muchos campos de la Ciencia urbana, pero los estudios existentes se centran principalmente en la escala urbana, y pocos estudios de vitalidad a escala interregional. Utilizando los datos del Servicio de ubicación de Tencent (lbs), tomando como ejemplo el círculo de cercanías de Beijing, se analiza el patrón espacial multidimensional de la vitalidad urbana mediante la construcción de indicadores de medición de la vitalidad urbana; De acuerdo con la huella de la marea de vitalidad, se dividen los gradientes de vitalidad del círculo de cercanías de Beijing y se exploran las características espaciales de vitalidad urbana en diferentes áreas de gradiente; El modelo de regresión espacial se utiliza para estudiar más a fondo el mecanismo de influencia del nivel de vitalidad urbana en diferentes áreas de gradiente. El estudio encontró que el círculo de cercanías de Beijing ha formado un patrón espacial dinámico de "un maestro, un par de puntos"; Con la ciudad central de Beijing como centro, se dividen tres zonas de gradiente alto, medio y bajo, con umbrales de radio de 8 - 22 km, 32 - 68 km y 94 - 134 km, respectivamente; Además de la región de orson, el nivel de gradiente es directamente proporcional al nivel de energía del Centro de vitalidad y inversamente proporcional a su rango interior; Además de que la densidad de carreteras y la mezcla de uso de la tierra están significativamente positivamente relacionadas con el nivel de vitalidad en cada área de gradiente, el mecanismo de influencia de la vitalidad urbana en diferentes áreas de gradiente es diferente. Al revelar el nivel de vitalidad de las diferentes zonas de gradiente y sus mecanismos de influencia, se pueden proponer estrategias de planificación más precisas desde los aspectos de la estructura regional, la integración urbano - rural, la Organización del tráfico y el apoyo a las instalaciones, promoviendo así el desarrollo de alta calidad de las zonas urbanas y rurales.

Palabras clave vitalidad urbana; teoría del gradiente; círculo de desplazamientos de Pekín; entorno construido; mecanismos de influencia que

La vitalidad urbana ha sido objeto de gran atención por parte de los investigadores urbanos por su impacto positivo en la resiliencia urbana, la sostenibilidad social y la innovación. Con la aceleración de la globalización, las enfermedades de las grandes ciudades, como la congestión del tráfico y el desequilibrio entre la vida laboral y familiar, han pasado gradualmente a primer plano, lo que ha provocado un desajuste entre las funciones urbanas y los niveles de vitalidad en algunas zonas, así como un desequilibrio en la distribución de la vitalidad urbana dentro de las ciudades y entre ellas. Para resolver estos problemas, los estudiosos han sugerido mejorar la vitalidad urbana mediante la planificación, como la mejora de la estética de las calles, el aumento del número de espacios públicos y la creación de barrios aptos para peatones.

Aunque las investigaciones de los estudiosos sobre la vitalidad urbana son cada vez más profundas,

éstas se centran principalmente en el nivel de la calle o de la ciudad, y hay menos investigaciones sobre la escala interadministrativa. A medida que aumenta el nivel de urbanización en China, las conexiones interurbanas han roto los límites administrativos de las ciudades [9], poniendo de relieve las conexiones espaciales dominadas por los comportamientos de desplazamiento. Esto también ha inducido una nueva demanda de investigación, a saber, explorar las características y los mecanismos de influencia de la distribución de la vitalidad en la región desde la perspectiva del área metropolitana o del círculo de desplazamientos.

En los últimos años, las políticas de la Comisión Nacional de desarrollo y reforma, como las opiniones orientadoras sobre el cultivo y desarrollo de áreas metropolitanas modernas, han señalado claramente que las áreas metropolitanas son formas espaciales de urbanización dentro de las aglomeraciones urbanas centradas en megaciudades o grandes ciudades con fuertes funciones impulsadas por la radiación y con un círculo de cercanías de 1h como alcance básico. Esto demuestra que el círculo de cercanías urbanas no es solo el alcance geográfico de los viajes de ida y vuelta de los residentes urbanos desde su lugar de residencia hasta su lugar de trabajo, sino que también incluye una variedad de elementos dentro de este alcance, como residentes, actividades económicas, relaciones sociales y redes de transporte. Tomando como ejemplo el círculo de cercanías de Beijing, con la mejora continua del sistema de transporte integral Beijing - Tianjin - Hebei, algunos residentes que trabajan en Beijing eligen vivir en la zona alrededor de Beijing, donde el costo de la vivienda es bajo. Por lo tanto, solo estudiar la vitalidad urbana del Centro de Beijing no puede reflejar con precisión el Estado de actividad de los residentes en Beijing. A través del estudio de la vitalidad urbana con el círculo de cercanías de Beijing como ámbito de investigación, podemos comprender y comprender más profundamente la relación entre Beijing y sus alrededores y comprender completamente el estilo de vida y el ritmo de los residentes. Además, el estudio del modelo espacio - temporal de vitalidad urbana y el mecanismo de influencia del círculo de cercanías de Beijing a escala mesoscópica puede revelar los problemas existentes en el desarrollo espacial dentro de la región y, por lo tanto, optimizar la organización espacial funcional específica.

"Gradiente" se refiere al fenómeno de distribución espacial desequilibrada o de etapas de desarrollo incoherentes, con una distribución espacial que generalmente aumenta o disminuye en una dirección. En el caso de un área metropolitana o una aglomeración de ciudades, se forma un elevado gradiente de vitalidad dentro del área metropolitana debido al efecto de polarización de las políticas, las industrias y la población que se concentran en la ciudad central. Junto con la expansión del tamaño de la ciudad central, la concentración excesiva de población causa problemas urbanos, lo que provoca el traslado de algunos residentes y el desbordamiento de la vitalidad, y en este proceso se forman diferentes gradientes de vitalidad en la región. Sin embargo, ¿cómo pueden identificarse los distintos gradientes de vitalidad? ¿Cuál es la disposición espacial del gradiente de vitalidad? ¿Son iguales los mecanismos de impacto de los distintos gradientes de vitalidad? Estas cuestiones siguen sin estar claras.

Por lo tanto, la División Científica de los gradientes de vitalidad regional y la exploración del mecanismo de influencia de la vitalidad urbana bajo diferentes niveles de gradiente tienen un efecto positivo en la percepción del nivel de actividad de los residentes urbanos entre regiones administrativas y la estimulación de la vitalidad regional. Este estudio toma como ejemplo el círculo de cercanías de Beijing, basado en los datos de Tencent Ibs, utilizando el método de análisis de la huella de marea de vitalidad para dividir la vitalidad urbana en gradientes a escala interregional. Al mismo tiempo, se explora la estructura de distribución espacio-temporal de la vitalidad urbana en la región, se identifican los centros de vitalidad en la región y sus rangos de gradiente, y se explora el mecanismo de influencia de los elementos ambientales construidos en la vitalidad urbana a diferentes niveles de gradiente.

1 Datos y metodología de la investigación

1.1 Descripción general de la zona de estudio

El círculo de cercanías es una forma espacial compleja, que se compone de corredores ferroviarios de alta velocidad, redes de autopistas, centros de transporte y diseño industrial. Con referencia a este concepto, el círculo de cercanías de Beijing definido en este artículo se refiere a las áreas circundantes con conexiones de cercanías de 1h con el alcance espacial regional de Beijing. Teniendo en cuenta que la eficacia de la formulación de políticas pertinentes se aplica principalmente a los gobiernos populares a nivel de condado o superior, este artículo selecciona las unidades administrativas completas de distrito y condado, y finalmente determina el alcance del círculo de cercanías de Beijing como Beijing, Tianjin y algunos distritos y condados de Baoding, Chengde, Langfang y Zhangjiakou en la provincia de Hebei (figura 1), con un área de investigación de 63.111,82 km. M2, La población permanente es de 48.334.500 habitantes (2020).

El alcance del círculo de cercanías de Beijing en este estudio está mucho más allá del área urbana central de Beijing. Con el fin de estudiar con mayor precisión el flujo de población entre regiones administrativas dentro del círculo de cercanías de Beijing y adaptarse a las limitaciones de granularidad espacial para la adquisición de datos, este estudio eligió utilizar 2 km que cubren el círculo de cercanías de Beijing. × La red cuadrada de 2 km sirve como unidad básica de análisis para reemplazar la unidad administrativa original del distrito y el condado.

En la construcción de la unidad básica de investigación, mediante el uso de 2 km × La red cuadrada de 2 km resume los datos en unidades y elimina las cuadrículas con una cantidad de datos de 0 en el área de estudio (principalmente bosques, tierras agrícolas o grandes reservas naturales) para obtener 10.551 cuadrículas. Cada cuadrícula resume el número de actividades de los usuarios de Tencent para caracterizar la vitalidad urbana de la tabla.

1.2 Metodología de la investigación

1.2.1 Exploración de patrones espaciales de vitalidad: construcción de indicadores para medir la vitalidad

Utilice los datos de Tencent Ibs para medir la vitalidad urbana del círculo de cercanías de Beijing. Tomando

1h como ciclo de muestreo, se utiliza la interfaz API de Tencent para recopilar datos de los puntos de muestreo en el área de investigación durante cinco días hábiles consecutivos (2019 - 04 - 22 - 2019 - 04 - 26). Teniendo en cuenta la precisión de los datos del teléfono móvil después de la medianoche, se conservan datos entre las 6:00 y las 24:00 de la mañana. El conjunto de datos incluye el id del punto de muestreo, las coordenadas del punto de muestreo y el número de actividades humanas con 18 marcas de tiempo (tabla 1). Tome la media de 5 días hábiles como el número promedio de actividades humanas en 18 marcas de tiempo en este punto de muestreo.

Para explorar el patrón de distribución espacial de la vitalidad urbana de forma exhaustiva, se construyeron cinco indicadores de vitalidad urbana a partir del número de actividades humanas recogidas, a saber, el nivel medio de vitalidad, la estabilidad de la vitalidad urbana, el nivel de vitalidad diurna, el nivel de vitalidad nocturna y las mareas de vitalidad diurna y nocturna, como se muestra en la Tabla 2.

1.2.2 Identificación del gradiente de vitalidad: Huella de marea de vitalidad

Con referencia al concepto de huella de la isla de calor urbano, se propone el análisis de la huella de la marea dinámica [17]. La huella de las mareas dinámicas caracteriza el rango espacial de la aparición de la vitalidad urbana en el área, lo que refleja de manera completa y continua las características de distribución espacial de las mareas dinámicas urbanas diurnas y nocturnas. El valor de la marea de vitalidad diurna y nocturna en el área urbana central de la ciudad es positivo, y el efecto de la marea se debilita gradualmente desde el área urbana central hasta los alrededores, por lo que este artículo selecciona tiananmen, el centro del área urbana central de beijing, como el Centro de la huella de marea de vitalidad, con un intervalo de 2 km, estableciendo varios círculos concéntricos para cubrir todo el área de investigación, contando la suma del valor de la marea de vitalidad diurna y nocturna (vt) de todas las cuadrículas en cada círculo concéntrico. Y se establece la relación entre el radio del círculo concéntrico y la suma de las mareas de vitalidad diurna y nocturna, definiendo el rango de retorno a cero de la suma de la vitalidad diurna y nocturna como la huella de las mareas de vitalidad. Al mismo tiempo, de acuerdo con los cambios en la marea de vitalidad diurna y nocturna y la relación con el radio, se determina el gradiente de vitalidad urbana del círculo de cercanías de Beijing. La fórmula de cálculo de la huella de marea dinámica es la siguiente:

$$\begin{cases} r_1 = 2 \\ A_1 = \pi r_1^2 \\ r_2 = 2 \times 2 \\ A_2 = \pi r_2^2 \\ \vdots \\ r_i = 2 \times i \\ A_i = \pi r_i^2 \end{cases} \quad (1)$$

$$S_i = \sum_{j=1}^M V_{ij} \quad (2)$$

En la fórmula (1), A_i representa el área del primer círculo concéntrico, R_i representa el radio del primer círculo concéntrico, $i = 1, 2, 3, \dots, N$. Tipo

(2) en el Centro s se indica la suma de las mareas de vitalidad diurna y nocturna en el primer círculo concéntrico, M se indica el número de cuadrículas en el primer círculo concéntrico y V_{ij} se indica el valor de las mareas de vitalidad diurna y nocturna en la cuadrícula.

1.2.3 Características de la vitalidad en zonas de diferentes gradientes: identificación de los centros vitales y medición del hinterland de los centros vitales

A través del análisis de vecindad de arcgis, se extrae el nivel medio de vitalidad de cada cuadrícula, se define la cuadrícula de puntos de cumbre identificada como el Centro de vitalidad del círculo de cercanías de beijing, y se utiliza el método de punto de interrupción natural para dividir el Centro de vitalidad identificado en cinco niveles de energía diferentes y cada centro de vitalidad como el núcleo de la actividad humana en las áreas circundantes, que puede afectar a las áreas circundantes a través de efectos de aglomeración y difusión. El interior del Centro de vitalidad se puede entender como el "campo de fuerza" de la influencia del Centro de vitalidad. la intensidad del campo de fuerza en el interior de los diferentes centros de vitalidad es diferente. la fórmula de cálculo de la intensidad del campo es la siguiente:

$$F_{ij} = \frac{Z_i}{d_{ij}^a}$$

En la fórmula (3): F_{ij} es la fuerza del campo del Centro de vitalidad I en la red J de la región; Z_i es el nivel medio de vitalidad del Centro de vitalidad i ; d_{ij} es la distancia entre el Centro de vitalidad I y la cuadrícula j ; A es el factor de fricción de distancia, que generalmente se toma como 2.0.

Debido a que cualquier cuadrícula J en el área de investigación se ve afectada por cada centro de vitalidad en el área de investigación, al calcular la fuerza de campo de cada centro de vitalidad y compararla entre sí, se puede encontrar el Centro de vitalidad que más influye en la fuerza de campo de la cuadrícula j , y se puede considerar que la cuadrícula J es el interior de este centro de vitalidad.

1.2.4 Mecanismos que afectan a los gradientes de vitalidad: análisis de regresión espacial

La evaluación del mecanismo de influencia del gradiente dinámico utiliza el clásico marco 5d en el estudio del entorno construido [19 - 20], es decir, densidad, accesibilidad al destino, diversidad, diseño y distancia de transferencia de tráfico. La adición de tres elementos que pueden afectar a la vitalidad sobre la base del marco 5d, incluido el nivel de construcción de infraestructura, la intensidad de la actividad económica y el nivel de ecologización, constituye el sistema de indicadores de este estudio (cuadro 3). Los datos de poi provienen del conjunto de datos de poi de gaode map 2019. Los datos de densidad de carreteras, paradas de autobuses, estaciones de metro, estaciones ferroviarias interurbanas y entradas y salidas de alta velocidad provienen del mapa de Open streetmap. Debido a las limitaciones de acceso a los datos, este artículo se refiere a estudios relevantes en el país y en el extranjero, utilizando diferentes tipos de datos poi en lugar de varios tipos de datos de uso de la tierra en la clasificación de uso de la tierra y el mar de investigación territorial y espacial, planificación y control de uso, y obteniendo La diversidad de uso de la tierra a través de la entropía de varios tipos de poi. Entre ellos, el Servicio de restauración poi representa el terreno de servicio comercial, las instalaciones de servicio público poi representan el terreno de gestión pública y servicio público, y el área residencial poi representa el terreno residencial. El uso del poi empresarial representa la distribución del empleo

en el sector secundario en la región para representar los terrenos industriales y mineros.

Los datos de intensidad de la actividad económica y densidad de población provienen del sistema de registro y publicación de datos científicos sobre recursos y medio ambiente. Los datos sobre el nivel de ecologización y el nivel de infraestructura provienen de las imágenes de teledetección Sentinel - 2 y las imágenes de iluminación nocturna NPP - viirs obtenidas en abril de 2019, respectivamente. Además, debido a algunas diferencias en los indicadores ambientales construidos en las zonas centrales urbanas, marginales urbanas y rurales del círculo de cercanías de Beijing, los indicadores se seleccionan de acuerdo con las diferentes áreas de gradiente posteriores en el proceso de análisis.

Con referencia al estudio de Wang Xuerui y otros [25], primero se realizó un análisis global del índice Moran, y los resultados mostraron que había una clara Autocorrelación espacial en el nivel medio de vitalidad (Moran's $I = 0.394$; $p < 0.001$). Por lo tanto, este trabajo utiliza dos modelos de regresión espacial comunes, el modelo de retraso espacial (slm) y el modelo de error espacial (sem), para el análisis de regresión, y la selección del modelo se realiza a través de la prueba de Lagrange. La fórmula de cálculo del modelo de retraso espacial es la siguiente:

$$y = \rho W_y + X\beta + \varepsilon$$

En la fórmula (4), y es la variable dependiente y X es la matriz de la variable explicativa. β es el vector del coeficiente, ε es el vector del término de error aleatorio. ρ es un parámetro de retraso espacial, y w es un vector del peso espacial.

El modelo de error espacial es un método para tratar la existencia de autocorrelación espacial del término de error, que puede entenderse como una combinación del modelo de regresión estándar y el modelo autorregresivo espacial del término de error. Su fórmula de cálculo es la siguiente.

$$y = X\beta + \varepsilon, \quad \varepsilon = \lambda W\varepsilon + \mu, \quad \mu \sim N(0, \sigma^2 I)$$

En la fórmula (5): λ es un parámetro autorregresivo que mide la Dependencia espacial de los términos de error; μ es el término de error aleatorio; σ es la desviación estándar.

2. Características de la distribución espacial de la vitalidad en el círculo de desplazamientos de Pekín

2.1 Patrones espaciales de vitalidad urbana

Como se muestra en las figuras 2 (a) y 2 (b), la distribución espacial de la vitalidad del círculo de cercanías de Beijing presenta las características de la estructura jerárquica de "un maestro, un par de puntos", y el nivel de vitalidad dentro de la región muestra grandes diferencias entre las ciudades y las zonas urbanas y rurales. Entre ellos, las áreas con el nivel medio de vitalidad (v_l) más alto se concentran principalmente en el área central del Centro de Beijing (dentro de la línea de circunvalación) y el área central del Centro de Tianjin (dentro de la línea de circunvalación). Las áreas entre la cuarta y la sexta circunvalación de Beijing y las áreas centrales de cada distrito y condado también tienen un alto nivel de vitalidad, y el nivel de vitalidad en las zonas rurales periféricas es generalmente bajo. Junto al sureste de la frontera regional de Beijing, hay muchas áreas obvias de

aglomeración de alta vitalidad, como las áreas centrales de la ciudad de Langfang, el condado de Xianghe, el condado autónomo de Dachang Hui y la ciudad de Sanhe. Más del 70% de las áreas del área de investigación son áreas de baja vitalidad y su desarrollo es relativamente pobre. Las condiciones topográficas de la región norte han afectado en cierta medida la aglomeración de la población y han afectado aún más el nivel de vitalidad local.

La distribución espacial de la estabilidad dinámica (CVS) está estrechamente relacionada con el modelo de desarrollo regional. A partir del mapa de distribución de vitalidad y estabilidad de la figura 2 (c), podemos ver que la ciudad central de Beijing tiene las características de alta urbanización, alta vitalidad económica y instalaciones de vida perfectas, lo que aumenta en gran medida el atractivo demográfico de Beijing. La estabilidad de la vitalidad de las zonas centrales de las zonas urbanas centrales de Beijing y otras ciudades y condados de la región es alta ($CVS < 0.506$), mientras que la estabilidad de las vastas zonas rurales es baja, lo que indica que la vitalidad de las zonas rurales ha cambiado mucho durante todo el día. Al mismo tiempo, Beijing y algunas partes del sureste de Beijing han formado zonas continuas de alta vitalidad y estabilidad, rompiendo el alcance de las fronteras administrativas.

Las figuras 2 (d) y 2 (e) muestran las características de distribución espacial del nivel de vitalidad diurna (DV) y el nivel de vitalidad nocturna (NV) en el área de estudio, respectivamente. En general, la distribución del nivel de vitalidad diurna y nocturna es similar a la distribución espacial del nivel medio de vitalidad durante todo el día, pero el nivel general de vitalidad diurna en el área central de la ciudad central de Beijing (dentro de la Cuarta circunvalación) es superior al nivel de vitalidad nocturna. La figura 2 (f) muestra la distribución espacial de las mareas dinámicas diurnas y nocturnas. Las zonas de alto valor de las mareas dinámicas se concentran principalmente en la tercera línea de circunvalación de la ciudad central de Beijing, Zhongguancun, Wangjing, Yizhuang y algunas áreas del distrito de Nankai, el distrito de Heping y la nueva zona de Binhai de Tianjin. Las áreas de bajo valor se intercalan principalmente alrededor de las áreas de alto valor. Además, los centros de los distritos y condados de Huanjing son principalmente zonas de bajo valor.

2.2 Distribución del gradiente de vigor, el

El "gradiente" del área metropolitana a menudo presenta las características del círculo. Este artículo se centra en Tiananmen y utiliza círculos concéntricos de diferentes radios para contar las mareas dinámicas para establecer la relación correspondiente entre la suma de las mareas dinámicas diurnas y nocturnas y el radio (figura 3). La suma de las mareas dinámicas diurnas y nocturnas aumenta primero y luego disminuye gradualmente con el aumento del radio del círculo concéntrico. A 110 km, el valor positivo de las mareas dinámicas diurnas y nocturnas es comparable a la suma negativa. La suma de las mareas dinámicas es de 0, alcanzando el rango máximo del círculo de cercanías de Beijing. Sobre esta base, sobre la base de los cambios en la pendiente de la curva de la huella de marea dinámica en la figura 3 y las características de transición urbano - rural del círculo de cercanías de Beijing, el área de investigación se puede dividir en cuatro tipos de áreas, es decir, las áreas de gradiente de vitalidad media y baja ideales se forman sucesivamente desde el área

urbana central hacia afuera, y las áreas a más de 110 km del Centro se definen como otras áreas. En concreto, las mareas de vitalidad diurna y nocturna y, en primer lugar, aumentan con el aumento del radio, y el nivel de vitalidad diurna es superior al nivel de vitalidad nocturna en la mayoría de las regiones del círculo concéntrico correspondiente, con mareas de vitalidad diurna y nocturna y picos en un radio de 16 km. A partir de entonces, las mareas de actividad diurna y nocturna y el descenso gradual, en áreas de radio de 16 km a 60 km, las mareas de actividad correspondientes y experimentaron un proceso de descenso rápido primero y luego desaceleración, mientras que la tasa de descenso se estabilizó cuando el radio superó los 60 km hasta que las mareas diurnas y nocturnas y El descenso se redujeron a 0 en un radio de 110 km. En combinación con la distribución espacial de las zonas urbanas del Centro de Beijing, las zonas marginales urbanas y las zonas rurales periféricas, 16 km, 60 km y 110 km se determinaron como valores críticos para dividir las zonas de gradiente de alta, media y baja vitalidad.

La figura 4 (a) muestra un diagrama esquemático del gradiente de vitalidad urbana en el modo de círculo concéntrico en el Estado ideal, con Tiananmen como centro, círculo de radio de 16 Km como zona de alto gradiente de vitalidad, anillo concéntrico de 16 - 60 km como zona de gradiente medio de vitalidad y anillo de 60 - 110 km como zona de gradiente bajo de vitalidad. Teniendo en cuenta las principales direcciones de desarrollo y las condiciones topográficas naturales de Beijing, la División de gradientes por círculos concéntricos puede no expresar con precisión la distribución real de la vitalidad del círculo de cercanías de Beijing. Por lo tanto, este estudio repite el experimento de huella de marea de vitalidad en ocho direcciones equidividas, determina la huella de gradiente de vitalidad en cada dirección, obtiene el mapa de gradiente de vitalidad en la dirección de distinción del círculo de cercanías de Beijing [figura 4 (b)], y determina el umbral de radio de cada zona de gradiente de vitalidad de acuerdo con el tamaño de radio en diferentes direcciones dentro de cada gradiente. Específicamente: el rango umbral de radio de la zona de alto gradiente es de 8 - 22 km, que incluye todas las áreas de la tercera circunvalación de Beijing y algunas áreas de la cuarta circunvalación suroeste a la Quinta circunvalación; El rango umbral del radio fronterizo de la zona de gradiente medio es de 32 - 68 km, el radio regional es largo de suroeste a noreste y otras direcciones son cortas. además del territorio de Beijing, también incluye algunas áreas de los condados de Zhuozhou, Langfang y Beisan. El umbral del radio fronterizo en la zona de bajo gradiente es de 94 - 134 km, y el radio del corredor sureste Beijing - Tianjin es el más corto de 94 km, que incluye principalmente algunas áreas del distrito de Wuqing, Tianjin. Otras direcciones, además de Fangshan, Yanqing y Pinggu en Beijing, también incluyen el distrito de Jizhou y algunas áreas de las ciudades de Zhangjiakou, Baoding y Chengde. En general, el nivel de vitalidad regional disminuye a lo largo de la zona de alto gradiente - zona de gradiente medio - zona de bajo gradiente, la zona de alto gradiente está dominada por zonas urbanas construidas de alta densidad, la zona de gradiente Medio está compuesta principalmente por zonas marginales urbanas periféricas de la ciudad central de Beijing, y la zona de Bajo gradiente está compuesta principalmente por zonas rurales y centros de condados de la zona fronteriza circundante de Beijing.

2.3 la extensión de los centros de vitalidad del gradiente y sus zonas de influencia

A través del análisis del punto de cumbre de arcgis, se identificaron 50 centros de vitalidad en el área de investigación figura 5 (a), tomando como criterio el nivel medio de vitalidad, y el nivel de energía de cada centro de vitalidad se dividió en 5 niveles a través del método de punto de interrupción natural (figura 6). El nivel de vitalidad del distrito de Orson es significativamente más alto que el de otros centros de vitalidad, convirtiéndose en el único centro de vitalidad de primer nivel. Esta área tiene instalaciones de apoyo perfectas y es la zona con la mayor densidad de vida en el área de investigación, con funciones de trabajo y vivienda concentradas y relativamente equilibradas. El Centro de vitalidad de segundo nivel incluye diferentes áreas de la ciudad central de beijing, como el área central del CDB y zhongguancun. la función de empleo regional es ligeramente más fuerte que la función residencial y el nivel de vitalidad regional es alto. El Centro de vitalidad de tercer nivel está compuesto por universidades de comunicación, yizhuang, Sihui y otras áreas fuera de la ciudad central de beijing, así como las áreas centrales de tianjin, baoding, Zhangjiakou y langfang, con una distribución relativamente equilibrada. Las áreas de cuarto y quinto nivel son principalmente las áreas centrales de distrito y condado en las afueras de Beijing y las áreas centrales de algunos distritos y condados alrededor de beijing, que se encuentran principalmente en las áreas periféricas con un nivel débil de desarrollo económico en el área de Investigación. Cabe señalar que los centros de vitalidad de los tres condados del norte, que están estrechamente vinculados con el personal de beijing, pertenecen a los centros de vitalidad de cuarto y quinto nivel, respectivamente, con un bajo nivel de vitalidad.

Al analizar la distribución del nivel de energía de los centros de vitalidad en diferentes áreas de gradiente y el alcance del Interior de influencia, podemos comprender mejor las características de vitalidad de diferentes áreas de gradiente en el círculo de cercanías de Beijing. En cuanto a la distribución del nivel de energía del Centro de vitalidad, se estudió el Centro de vitalidad identificado estadísticamente de acuerdo con la División de gradientes altos, medianos y bajos, y los resultados se muestran en la figura 5 (b) y la tabla 4. En general, el número de centros de vitalidad en cada región de gradiente es relativamente equilibrado, el nivel de energía de los centros de vitalidad en la región de gradiente alto es alto, antes predominaban los tres niveles, la región de gradiente medio contenía principalmente centros de vitalidad de tercer y cuarto nivel, y la capacidad de los centros de vitalidad en la región de gradiente bajo era baja, predominando los centros de vitalidad de quinto nivel. Desde el punto de vista del área interior del Centro de vitalidad, a través del cálculo de la fuerza del campo de cada centro de vitalidad, se obtiene el área interior de cada centro de vitalidad. Como se muestra en la figura 5 (c), los límites de los centros de vitalidad son claros y básicamente no hay competencia por el Interior. El interior del Centro de vitalidad del distrito de orson, con el nivel de energía más alto de vitalidad, es el más grande, con las características de difusión hacia el norte y el oeste. Esta característica de distribución puede estar relacionada con la falta de distribución de centros dinámicos en el noroeste de las zonas urbanas centrales de Beijing. El resto de los centros de vitalidad giran en torno a su propio interior claramente conectado, y la distribución regional de la vitalidad es más obvia. El interior dinámico del corredor Beijing - tianjin, ubicado en

el sureste, está más equilibrado, mientras que el Centro dinámico en el noroeste está menos distribuido. De acuerdo con las estadísticas de gradiente medio y bajo que se muestran en la figura 5 (d), el tamaño del Interior del Centro de vitalidad es inversamente proporcional a su nivel de gradiente, excepto el interior del área de orson, es decir, el interior del Centro de vitalidad del área de gradiente alto es más pequeño, el interior del Centro de vitalidad del área de gradiente bajo es más amplio, y el interior del Centro de vitalidad del área de gradiente medio y bajo se concentra principalmente en la dirección sureste del área de Investigación.

3. Mecanismos que afectan al gradiente de vitalidad en el círculo de desplazamientos de Pekín

Con el fin de explorar la relación entre los elementos del entorno construido y el nivel de vitalidad urbana bajo diferentes niveles de gradiente, se estableció un modelo de regresión espacial con áreas de gradiente alto, gradiente medio y bajo figura 4 (b), respectivamente, y el nivel medio de vitalidad como variable dependiente. A través de los resultados de la prueba del factor lagrange, se adopta el modelo Sem en áreas de alto gradiente y el modelo SLM se selecciona en áreas de gradiente medio y bajo. Los resultados del análisis muestran que los mecanismos de influencia de la vitalidad urbana en diferentes áreas de gradiente son diferentes, y la mezcla de uso de la tierra y la densidad de carreteras tienen un impacto significativo en el nivel de vitalidad urbana de cada gradiente. En combinación con la tabla 5, se pueden resumir aún más los elementos del entorno construido que afectan el nivel medio de vitalidad de las diferentes áreas de gradiente y sus mecanismos de influencia:

Para las zonas de alto gradiente, la densidad de construcción (0001), el poi empresarial (0319), la mezcla de uso de la tierra (24.203), la densidad de carreteras (578.699), la presencia de estaciones de metro (226.152) y el índice de vegetación normalizado (24.659) tienen una correlación positiva significativa con la distribución espacial del nivel de vitalidad, mientras que la distancia al principal centro de empleo de Beijing (- 40.612) tiene una correlación negativa significativa con la distribución espacial del nivel de vitalidad. Los resultados son consistentes con estudios anteriores sobre la vitalidad urbana de las zonas urbanas centrales [20 - 21]. Los sistemas de transporte convenientes y los estilos de vida de alta densidad facilitan en gran medida la movilidad de las personas en la región y los vínculos espaciales entre las diferentes funciones, lo que favorece una mejor estimulación de la vitalidad urbana [5]. El alto nivel de ecologización en las zonas de alta densidad puede proporcionar a los residentes de la región una mejor función de descanso y mejorar la calidad de vida de los residentes. La aglomeración de empresas y la proximidad a los principales centros de empleo de Beijing ayudan a aumentar el atractivo laboral y estimular la vitalidad económica de la ciudad [21].

Para las zonas de gradiente medio, la densidad de población (0011), las compras de restauración poi (0078), las zonas residenciales poi (0122), la mezcla de uso de la tierra (13.534), la densidad vial (378.078) y el nivel de infraestructura (5794) están significativamente relacionados positivamente con la distribución espacial del nivel de vitalidad, y la distancia a los principales centros de empleo de Beijing (- 143.233) está significativamente relacionada negativamente. Para la región, el poi empresarial y el índice de vegetación normalizado ya no tienen una correlación significativa con la vitalidad urbana, mientras que el poi residencial y

de compras de restauración muestra una correlación significativa. Esto puede deberse a que los terrenos de construcción en las zonas de gradiente medio se basan principalmente en servicios residenciales y de vida relacionados con la residencia, y hay diferencias obvias entre la capacidad de aglomeración industrial y las zonas de gradiente alto, por lo que la capacidad de aglomeración de Población y los elementos que sirven a la vida diaria de los residentes tienen un impacto positivo en la vitalidad urbana. Además de la densidad de carreteras y la mezcla de uso de la tierra, la distancia a los principales centros de empleo de Beijing sigue siendo considerada el factor más importante que afecta la vitalidad de la región, lo que indica que el alcance de la actividad de la población ocupada de los principales centros de empleo de Beijing (financial street, cbd, zhongguancun) puede cubrir las zonas de gradiente medio.

Para las zonas de bajo gradiente, la densidad de población (0013), las instalaciones de servicio público (0693), las zonas residenciales (0069), la mezcla de uso de la tierra (3.424), la densidad vial (181.476), el producto nacional bruto (0.000) y el nivel de infraestructura (2735) están significativamente positivamente relacionados con el nivel medio de vitalidad, y la distancia a los centros de empleo ya no tiene una correlación significativa. En general, las zonas de bajo gradiente muestran un mecanismo de influencia de vitalidad similar al de las zonas de gradiente medio, pero a medida que aumenta aún más la distancia a las zonas urbanas centrales, la conexión entre los residentes de las zonas de bajo gradiente y las zonas urbanas centrales de Beijing se debilita aún más, y el nivel de vitalidad de la región se ve afectado principalmente por el nivel de varios servicios de vida locales y el nivel de desarrollo económico y Social. Cabe señalar que no se ha encontrado una correlación significativa entre la distancia a las estaciones interurbanas y las entradas y salidas de alta velocidad y el nivel de vitalidad de los gradientes bajos y medianos.

4. Conclusión y debate

Con el objetivo de explorar la distribución espacial y el mecanismo de influencia de la vitalidad urbana entre regiones administrativas, este artículo toma 2 km × 2 km como unidad de investigación, la red cuadrada de 2 km utiliza datos de Big data urbanos de múltiples fuentes para evaluar con precisión las características de distribución espacial de la vitalidad del círculo de cercanías de Beijing, aclarar la estructura de gradiente en el área de investigación y explorar el mecanismo de influencia de la vitalidad urbana en diferentes áreas de gradiente.

En primer lugar, el nivel de vitalidad espacial muestra evidentes diferencias interurbanas y urbano-rurales a escala interadministrativa, lo que revela el patrón desigual de la capacidad de aglomeración de la población y el nivel de desarrollo dentro del círculo de desplazamiento de Pekín. Con el aumento del nivel de urbanización y la continua relajación de las políticas de registro de hogares, empleo y otras políticas relacionadas, la política demográfica china ha mostrado un cambio gradual desde la restricción a la promoción de la población flotante [26]. Sin embargo, el elevado coste de la vivienda y de la vida en las grandes ciudades sigue incitando a algunos residentes a elegir el modo de desplazamiento centro-periferia. Por tanto, un estudio de vitalidad interregional puede evaluar con mayor eficacia y precisión las características de distribución espacial de la vitalidad regional.

En segundo lugar, basándonos en la teoría del gradiente, utilizamos las huellas de marea de vitalidad para identificar los círculos de gradiente de vitalidad en el círculo de desplazamientos al trabajo de Pekín y el rango umbral de su división, e identificamos las características de distribución espacial de la vitalidad en áreas a gran escala basándonos en las características de comportamiento espacio-temporal desde una perspectiva humanística, lo que puede proporcionar una referencia para el estudio de la vitalidad a escala de área metropolitana y de agrupación de ciudades [27]. En el proceso de planificación, habría que regular la distribución de las industrias en la zona de estudio, promover la salida al exterior de algunas industrias de Pekín, construir más centros de empleo, mejorar la adecuación entre la demanda de desplazamientos de los residentes y el sistema integral de transporte urbano, y mejorar gradualmente el nivel general de vitalidad de las zonas de gradiente medio y bajo.

En tercer lugar, a través del análisis del mecanismo de vitalidad de cada ciudad gradiente, el estudio encontró que hay diferencias en los factores que influyen en la vitalidad de las zonas de gradiente medio y bajo en el círculo de cercanías de Beijing, y el aumento de la densidad de carreteras y la mezcla de uso de la tierra tienen un impacto positivo significativo en el nivel de vitalidad de cada zona gradiente. Aclarar los principales elementos ambientales construidos que afectan el nivel de vitalidad de las diferentes zonas de gradiente ayudará a encontrar un punto de partida para mejorar la vitalidad urbana de la región en la construcción de "tres grandes proyectos" en el campo de la construcción de la nueva era, como viviendas asequibles, transformación de "aldeas urbanas" y construcción de infraestructura pública de "doble uso".

Mediante la identificación de diferentes zonas de gradiente de vitalidad urbana dentro del círculo de desplazamientos de Pekín, este documento ofrece una nueva perspectiva para el estudio de la vitalidad urbana en el área metropolitana, y una referencia refinada para la optimización de la estructura espacial de la vitalidad regional y la disposición racional de las funciones. Estudios posteriores pueden aclarar aún más las características espaciales y temporales de la vitalidad urbana en diferentes zonas de gradiente, considerando la relación entre el nivel de vitalidad en días laborables/días de descanso y la estabilidad de la vitalidad y el entorno construido en diferentes zonas de gradiente.