

Résumé : cet article passe en revue l'évolution de la théorie du développement urbain durable et les réflexions sur les défis actuels auxquels est confrontée l'utilisation générique du concept de durabilité dans la recherche scientifique. Pour répondre à l'impact de l'amélioration de l'utilisation de l'espace EFI - ville et qualité spatiale à l'ère du régénération urbaine, le document plaide pour l'intégration de l'espace comme perspective critique dans la recherche sur la durabilité. Il développe un cadre technique pour l'expression spatiale du développement économique, social et environnemental, avec un accent spécifique sur les éléments clés et le portail numérique. Le cadre aligne la durabilité spatiale avec la spatialisation des systèmes économiques, sociaux et environnementaux. En utilisant des mégadonnées spatio-temporelles complètes et à granularité fine provenant de sources multiples, le document présente une méthode de portail numérique multidimensionnel, qui est appliquée à Hangzhou et d'autres zones typiques afin de réaliser les objectifs de développement urbain durable

Mots-clés : durabilité urbaine ; Etudes de spatialisation ; Portails numériques

Evolution théorique et réflexion sur le développement urbain durable

En 1987, la Commission mondiale sur l'environnement et le développement a publié "Notre avenir commun", qui exposait clairement pour la première fois le concept de développement durable, passant d'une concentration uniquement sur la protection écologique et environnementale à une atténuation de l'opposition entre développement et protection de l'environnement, et à la construction d'un système mondial d'éthique environnementale engagé en faveur du développement économique, de l'équité sociale et du respect de l'environnement. Dans les recherches des chercheurs sur le concept de développement durable, la connotation du développement durable a constamment évolué, formant progressivement trois grandes branches : le développement durable économique, le développement durable écologique et le développement durable social [1-2].

En 1992, la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement a adopté des documents tels que la Déclaration de Rio et l'Agenda 21, qui sont devenus une étape importante pour la promotion mondiale du concept de développement durable. Parmi eux, l'Agenda 21 propose des objectifs ciblés et des moyens de mise en œuvre dans les trois dimensions de la société, de l'économie et de l'environnement. Par exemple, il met l'accent sur la dynamique démographique et la durabilité dans l'aspect social, prête attention aux rôles et aux besoins de groupes spéciaux tels que les femmes, les enfants, les jeunes et les agriculteurs, répond aux besoins fondamentaux et améliore le niveau de vie de tous ; Sur le plan économique, il met l'accent sur l'éradication de la pauvreté, l'accélération de la coopération internationale et des politiques pertinentes pour le développement durable des pays en développement, et la création d'un avenir plus sûr et plus prospère ; Dans le domaine de l'environnement, il met l'accent sur la conservation et la gestion des ressources pour promouvoir le développement et améliorer la protection et la gestion des écosystèmes. Depuis lors, le concept de développement durable a évolué vers des dizaines de significations, mais les chercheurs sont généralement parvenus à un consensus sur le fait que le concept de développement durable devrait assurer la durabilité d'au

moins les trois domaines que sont l'économie, la société et l'écologie.

En tant que zone centrale de la population mondiale, la contradiction entre l'homme et la nature est la plus importante et est devenue une position importante pour la mise en œuvre de la stratégie de développement durable. Les concepts de Sus- villes durables et de durabilité urbaine ont été introduits dans

Il est apparu pour la première fois dans le cadre du projet des Nations Unies sur les villes durables au début des années 1990. Depuis lors, les chercheurs ont utilisé les trois dimensions fondamentales de l'économie, de la société et de l'environnement, ont absorbé les concepts pertinents de l'économie, de la sociologie et de l'écologie et ont continuellement élargi les limites théoriques du développement urbain durable, en dérivant de nombreux concepts et théories. La dimension économique introduit le modèle d'économie environnementale, analyse la valeur économique des ressources naturelles et en dérive des concepts connexes tels que la consommation verte ; La dimension sociale utilise des méthodes de recherche sociologiques telles que des questionnaires, des entretiens et des analyses de réseau comme référence pour explorer la voie optimale pour maintenir l'équité sociale et améliorer le niveau de vie des personnes, et former des concepts et des théories tels que la ville habitable et le comportement environnemental ; La dimension environnementale absorbe l'empreinte écologique, l'indice d'habitat et d'autres méthodes de recherche en écologie, mesure la relation entre la croissance urbaine, la capacité de charge des ressources et de l'environnement et les émissions de carbone, et met en avant des concepts pertinents tels que la ville résiliente et la ville verte [3].

Le concept de développement urbain durable est bien plus vaste que celui de ville verte, de ville écologique, de ville habitable et d'autres concepts [4]. Le concept de dérivé urbain durable continue d'émerger et les concepts interdisciplinaires se multiplient ; La recherche nationale sur la durabilité urbaine est relativement en retard, mais on note également une tendance interdisciplinaire. Grâce à la récupération de CNKI dans les revues thématiques du CAJD avec le mot-clé « développement durable urbain », un total de

De 1994 à 2023, il y a eu 2 831 articles universitaires pertinents et 12 129 mots-clés. Grâce à l'analyse groupée des mots-clés dans l'article par le logiciel CiteSpace, après avoir exclu l'emplacement (Shanghai, ville) et les mots-clés non directionnels (urbanisation, système d'indexation), on peut constater que les mots-clés pertinents sont principalement distribués dans l'environnement écologique (environnement écologique, environnement, ville écologique, forêt pittoresque), utilisation des ressources (ville minière), ville intelligente, ville à faible émission de carbone, terrains industriels (industrie tertiaire), transports urbains Renouveau urbain et sept autres directions (Figure 1), dont les mots-clés de sept directions interdisciplinaires représentaient 62,4 %. Sur la base de l'analyse chronologique, il apparaît que les mots clés liés à la durabilité passent progressivement de « exploitation minière et écologie » à « exploitation minière et écologie ».

"Bas carbone, nouveau, sagesse" et d'autres orientations, ainsi que des mots-clés interdisciplinaires apparaissent plus fréquemment et représentent une plus grande proportion.

Du point de vue de la distribution des mots clés, la recherche sur le développement durable urbain semble être riche en contenu et complète dans le domaine, mais les théories utilisées sont principalement basées sur les théories de base et les méthodes techniques de disciplines connexes, et la théorie de l'ontologie urbaine est relativement manquante. ; Il semble que les disciplines soient intégrées, mais il n'existe pas de cadre de recherche de fond ni de conception de méthodes

unifiés et comparables. Il est difficile de soutenir efficacement les pratiques de planification et de construction du développement urbain durable uniquement à partir des trois dimensions que sont la société, l'économie et l'environnement naturel. Selon l'analyse des mots-clés du développement durable urbain, les mots-clés directement liés à l'espace urbain ne représentent que 24,5 %, ce qui est bien inférieur à l'orientation interdisciplinaire. Les recherches sur le développement durable ont tendance à « se creuser » [5], et les recherches sur l'ontologie urbaine

La « spatialisation » se concentre moins.

Etude sur la spatialisation du développement durable urbain

2.1 bilan des recherches sur la spatialisation du développement durable

Compte tenu de la tendance à la généralisation et à l'éviction du concept de recherche urbaine durable, les chercheurs se rendent progressivement compte que l'espace est un vecteur important pour comprendre l'interaction entre l'homme et l'environnement, et que la recherche sur le développement durable urbain devrait accroître l'attribut spatial [6]. Les premiers chercheurs ont commencé à combiner la théorie spatiale avec la théorie de la durabilité. Chang Yong et d'autres [7] ont démonté les éléments clés de l'espace économique, de l'espace social et de l'espace écologique à partir des dimensions de quantité, de qualité et de temps, en se concentrant sur l'analyse spatiale de la durabilité urbaine. Plus tard, les chercheurs représentés par Godschalk ont ajouté l'habitabilité au modèle tridimensionnel d'économie urbaine durable, de société et d'environnement, et ont construit un modèle pyramidal durable composé de quatre piliers, à savoir le développement économique, l'équité sociale, la protection de l'environnement et la ville habitable [8]. Basé sur la théorie du développement durable et des villes vivables, le modèle pyramidal durable réalise le retour de la discipline de l'urbanisme à l'objet central qu'est l'espace [9]. Plus tard, au cours de l'étude, les indicateurs d'attributs spatiaux sont progressivement apparus dans le système d'évaluation lié au développement durable. Gao Jun et d'autres [10] ont utilisé la technologie du Big Data pour évaluer les objectifs de développement durable des Nations Unies

(ODD) analyse quantitative des indicateurs liés à la ville.

À l'heure actuelle, la recherche universitaire sur le contenu spatial du développement durable est principalement divisée en deux aspects (tableau 1). D'une part, il se concentre sur la durabilité des attributs de l'espace lui-même et étudie l'impact des différentes efficacités d'utilisation des sols, structures spatiales, modes d'organisation et formes spatiales sur le niveau de développement durable du point de vue de l'utilisation des sols urbains. , la forme spatiale urbaine et les politiques de conception et de planification urbaines ; D'autre part, il se concentre sur les éléments clés du développement durable dans les dimensions de l'économie, de la société et de l'environnement, étudie la durabilité des différents espaces d'attributs fonctionnels de la ville et explore la voie d'optimisation durable de l'espace urbain tel que l'espace de production. , espace culturel, espace résidentiel, espace de loisirs, espace de service et espace vert. Cependant, les recherches actuelles sur la durabilité de l'espace reposent principalement sur le démantèlement des objectifs ODD des Nations Unies, qui devraient porter sur l'identification des problèmes de développement actuels et des éléments clés du développement durable en Chine. Les données de recherche manquent encore de granularité et de comparabilité ; La recherche spatiale durable n'est

pas systématique, et il y a relativement plus de recherches sur la dimension de la justice spatiale, en particulier l'espace résidentiel et l'espace de service, et moins d'attention portée aux autres dimensions.

2.2 cadre technique pour un développement durable spatial, économique, social et environnemental

Le cadre de recherche sur le développement durable est passé par le stade embryonnaire consistant à se concentrer sur la construction économique et à prendre en compte la durabilité de la société et de l'environnement naturel dès les premiers stades de l'établissement de la théorie, jusqu'au stade de développement inclusif consistant à mettre l'accent sur l'unité de la croissance économique, du développement social, développement et protection de l'environnement. À l'heure actuelle, afin de traiter systématiquement le problème du développement urbain durable, il est nécessaire de prendre l'espace urbain comme vecteur de recherche durable et d'établir le cadre de recherche spatiale du développement urbain durable combiné à la recherche spatiale de l'économie, de la société et environnement. D'une part, l'espace est le pilier et l'arrière-plan du développement urbain durable. La recherche sur la spatialisation du développement durable urbain doit revenir au porteur spatial lui-même et trouver l'orientation de sa recherche sur le développement durable. D'autre part, l'amélioration du niveau durable de l'économie, de la société et de l'environnement urbains nécessite non seulement le soutien de l'allocation des ressources spatiales, mais apportera également un retour sur la construction spatiale urbaine et affectera le niveau de développement durable de l'espace urbain. La recherche sur la spatialisation du développement urbain durable doit clarifier la relation interactive entre l'espace et le développement durable dans les dimensions de l'économie, de la société et de l'environnement, et clarifier l'idée technique de spatialisation de l'économie, de la société et de l'environnement.

Par conséquent, la recherche sur la spatialisation du développement urbain durable doit faire ce qui suit : premièrement, explorer les attributs spatiaux de l'économie, de la société et de l'environnement, clarifier l'orientation de la spatialisation en trois dimensions et mener des recherches sur la spatialisation dans différentes dimensions ; La seconde consiste à étudier la durabilité de l'espace lui-même sur la base des attributs inhérents à l'espace urbain. Enfin, le cadre technique de « l'espace comme pilier du développement durable économique, social et environnemental » sera constitué. Voir la figure 2. 2.3 éléments clés de la recherche spatiale et du portrait numérique Technologie

Dans le cadre technique du développement durable économique, social et environnemental avec l'espace comme pilier, l'objectif de la recherche sur la spatialisation urbaine durable est d'identifier les éléments clés du développement spatial durable actuel et de la spatialisation des dimensions économiques, sociales et environnementales, et à en même temps, avec l'aide de la technologie du Big Data, construisez la technologie du portrait numérique de chaque dimension [28]. Par rapport au développement durable de l'espace urbain, les portraits numériques de l'économie urbaine, de la société et de l'environnement manquent d'objets spatiaux clairs, il est donc nécessaire de donner la priorité à l'expression spatiale des trois dimensions. Sur cette base, les trois dimensions économie, société et environnement peuvent s'apparenter à la dimension spatiale, clarifier l'orientation de l'espace clé, puis sélectionner les éléments clés de la spatialisation du développement durable pour compléter le portrait numérique.

Par conséquent, cette étude définit le cadre technologique du portrait numérique « expression

spatiale – concentration – éléments clés ». Premièrement, en fonction des différentes orientations du développement durable aux différentes étapes du développement urbain, cet article analyse les exigences fondamentales du développement urbain durable actuel de la Chine et identifie l'orientation spatiale des dimensions économiques, sociales et environnementales. Deuxièmement, selon la recherche sous-dimensionnelle sur la pertinence du développement durable, l'accent mis sur chaque dimension dans le contexte chinois est condensé. À partir de l'identification des questions centrales des dimensions économique, sociale et environnementale, les éléments clés sous de multiples perspectives sont sélectionnés pour améliorer l'efficacité et la qualité spatiales. Enfin, l'introduction de big data spatio-temporelles multi-sources avec une couverture élevée et une granularité fine, à travers une série de portraits numériques, forme un portrait numérique spatial allant du développement durable urbain économique, social et environnemental à l'ontologie spatiale urbaine.

3. Recherches spatiales et portraits numériques des dimensions économiques, sociales et environnementales

3.1 Recherche sur la spatialisation économiquement durable et application du portrait numérique

3.1.1 extraction des éléments clés d'une spatialisation économique durable

L'espace de production constitue la base des activités économiques urbaines et constitue également l'objet de la recherche spatiale sur la durabilité économique urbaine. D'une part, l'espace de production doit s'adapter aux modes de production inefficaces et extensifs grâce à une utilisation efficace de l'espace et des facteurs de production ; D'un autre côté, nous devons cultiver l'espace d'innovation, promouvoir la réorganisation des facteurs intangibles tels que le capital de connaissances, le capital humain et le système, et promouvoir la division du travail et la coopération entre les facteurs de production. Par conséquent, cet article considère l'espace de production comme l'objet principal de la recherche sur la spatialisation économique durable et se concentre sur la culture de l'écologie de l'innovation, le niveau de coopération entre les industries, le niveau intensif de l'espace de production et l'attraction des talents [29].

La recherche sur la spatialisation de la durabilité économique se concentre sur quatre éléments clés, à savoir le degré d'agglomération de l'innovation, le degré de pertinence industrielle, le degré d'efficacité spatiale et l'attractivité de l'emploi. À l'aide de données multi-sources, telles que le nombre de succursales du siège social, la performance des terrains industriels et le nombre de diplômés universitaires, un portrait numérique de l'espace de production est constitué. Parmi eux, le diplôme d'agglomération de l'innovation met l'accent sur le degré d'agglomération des entreprises, des institutions, des talents et d'autres sujets d'innovation, et utilise le nombre d'entreprises de haute technologie, d'instituts de recherche scientifique, d'universités, de grands dispositifs scientifiques, de laboratoires nationaux et d'autres données pour une pondération standardisée. analyse; Le degré de corrélation industrielle met l'accent sur les relations entre les entreprises manufacturières et utilise de nouvelles données telles que le nombre de succursales du siège social et le nombre de contrats d'achat avec les fournisseurs pour une analyse pondérée standardisée ; Le degré d'avantage spatial met l'accent sur les performances d'utilisation des terres de l'espace de production et effectue une analyse pondérée standardisée basée sur des données telles que la taxe moyenne par mu de terrain industriel et le ratio de parcelles de terrain industriel ; L'attraction d'emplois met l'accent sur la capacité des villes à attirer les talents. Une analyse

pondérée standardisée peut être réalisée en utilisant des données telles que la préférence des diplômés en matière d'emploi, le nombre de diplômés universitaires, l'augmentation de la population permanente, le nombre de jeunes et le nombre de personnes hautement instruites.

3.1.2 Application du portrait numérique de la durabilité économique et de la spatialisation

Le portrait numérique de la spatialisation durable de l'économie urbaine se concentre sur les trois éléments clés que sont l'agglomération de l'innovation, l'efficacité spatiale et l'attraction d'emplois. Le portrait numérique est construit à travers 10 indicateurs clés, afin d'examiner l'espace industriel avec un niveau élevé d'agglomération d'innovation et une faible efficacité, et d'évaluer les caractéristiques de répartition spatiale. En prenant Hangzhou comme exemple, sur la base de l'analyse du degré d'agglomération des éléments d'innovation tels que les collèges et universités, les incubateurs et les grandes installations scientifiques, le portrait numérique identifie trois domaines d'innovation matures, notamment la zone autour de l'Université du Zhejiang, la zone scientifique du futur et Technology City et Binjiang, ainsi que trois zones d'innovation, dont le centre-ville, Xiasha et le lac Qingshan, qui sont encore en phase de croissance (Figure 3). Les six domaines d'innovation ci-dessus rassemblent 61 % des entreprises de production et de services de haute technologie de la ville, 52 % des instituts de recherche scientifique, 46 % des talents hautement qualifiés et 43 % des jeunes. Dans le même temps, les terrains industriels à faible rendement dans différents endroits ont été examinés sur la base d'une valeur de production moyenne de 50 000, 80 000 et 100 000 yuans par mu, et les terrains industriels à faible utilisation avec un ratio de parcelles inférieur à 0,8 ont été superposés, de sorte que identifier 166 km² de zones d'agglomération spatiale industrielle à faible efficacité, comme le nord de Gongshu, le sud de Xiaoshan, la région de Linkong et l'est de la rivière Qiantang. Grâce à l'identification de l'espace d'agglomération des facteurs d'innovation et de l'espace industriel inefficace, nous pouvons localiser avec précision les domaines clés et les domaines potentiels du développement industriel durable à Hangzhou, afin de guider la mise en œuvre centralisée des stratégies et des politiques.

Sur la base de l'analyse de deux indicateurs clés superposés au degré de pertinence industrielle, le portrait numérique de la spatialisation économique durable urbaine peut être élargi pour réaliser l'évaluation globale et la comparaison sous-dimensionnelle du niveau économique durable de différentes villes, notamment en utilisant le comparation d'indices de sous-dimension pour observer les planches longues et courtes de chaque ville. Par exemple, Hangzhou occupe une position élevée en matière de compétitivité en matière d'innovation grâce à l'augmentation annuelle de 270 000 résidents permanents et à l'attractivité des diplômés universitaires qui occupent la deuxième place. Cependant, en raison du manque d'installations d'innovation de base, Hangzhou n'a pas d'avantage en termes de niveau d'agglomération des ressources d'innovation ; Avec trois laboratoires nationaux et huit grands appareils scientifiques, Hefei est en tête en termes d'installations d'innovation de base. L'attractivité des diplômés classés quatrièmes présente un certain avantage dans la concurrence en matière d'innovation, mais leur degré de coopération en matière d'innovation est bien inférieur à celui de Hangzhou et de Nanjing.

3.2 Recherche sur la spatialisation sociale durable et application du portrait numérique

3.2.1 extraction des éléments clés d'une spatialisation sociale durable

L'espace de vie est l'objet principal des recherches sur la spatialisation du développement social durable. Avec l'évolution de la structure de la population et du stade d'urbanisation, l'accent mis

sur l'espace de vie est progressivement passé du « oui » au « bon ». Il est nécessaire d'améliorer l'habitabilité, l'industrie et la mobilité des résidents urbains pour répondre aux besoins de divers groupes. Par conséquent, la fourniture d'espaces et d'équipements qui répondent aux besoins de diverses populations en matière de résidence, d'emploi et de déplacement est au centre de la recherche sur la spatialisation socialement durable.

Par conséquent, le portrait numérique de la spatialisation sociale durable doit d'abord prêter attention aux besoins différenciés des personnes d'âges différents, en particulier les personnes âgées, les jeunes et les jeunes, et analyser l'offre d'équipements de services publics correspondant à la structure par âge ; Deuxièmement, il est nécessaire de se concentrer sur la situation de l'emploi et d'analyser les caractéristiques de la répartition spatiale de l'emploi urbain [30] ; Troisièmement, nous devons prêter attention à la situation des déplacements des citoyens et analyser les caractéristiques du trafic urbain. Enfin, la recherche spatiale sur la durabilité sociale extrait trois éléments clés, à savoir le niveau habitable, le niveau employable et le niveau accessible à pied. Parmi eux : le niveau habitable est basé sur les données du recensement ou des étiquettes basées sur les données de localisation mobiles (LBS) pour calculer la proportion d'enfants, de jeunes, d'âge moyen et de personnes âgées.

Le taux de couverture de l'éducation de base ①, des services aux personnes âgées ②, de la gestion de la santé ③, des activités récréatives et sportives ④ et des services commerciaux ⑤ et d'autres installations est mesuré pour les communautés avec différentes structures d'âge ; Sur la base des données de déplacement domicile-travail ou des données de signalisation mobile, le niveau d'employabilité identifie la répartition de l'espace d'emploi, le compare à la population permanente régionale et analyse l'adéquation de l'offre d'emploi dans la région ; Le niveau réalisable est également basé sur les données de déplacement LBS ou les données de signalisation mobile pour mesurer la distance de déplacement quotidienne des résidents urbains, et enfin effectuer une analyse superposée pour établir un portrait numérique spatial durable de la société.

3.2.2 spatialisation sociale durable de l'application du portrait numérique

Les portraits numériques sociaux durables basés sur le niveau de vie, le niveau professionnel et le niveau de mobilité peuvent montrer avec précision le degré de couplage entre les personnes et l'espace et les installations de la ville. Selon la répartition statique de la population, le niveau d'offre d'équipements de services publics précis pour les enfants, les jeunes et les personnes âgées est analysé. Compte tenu du flux dynamique de population, cet article se concentre sur l'analyse du niveau d'équilibre entre l'emploi et le logement et la distance moyenne de déplacement dans différentes régions, et évalue le degré de couplage de l'aménagement fonctionnel urbain et de la répartition de la population. En prenant Hangzhou comme exemple (Figure 4), à partir du portrait numérique représentant le niveau habitable, on peut voir que dans les zones à forte concentration de population âgée, comme le district de Shangcheng et le district de Gongshu, le taux de couverture des soins aux personnes âgées au niveau communautaire les installations sont inférieures à 70 % ; Zones de Binjiang et Yuhang 4-

Le nombre d'enfants âgés de 6 ans et d'élèves âgés de 7 à 12 ans est relativement important. Ciblé davantage sur les zones où les personnes âgées et les petits sont concentrés, comme Binjiang et Yuhang à Hangzhou, où les enfants sont concentrés mais le taux de couverture du rayon de service des jardins d'enfants est inférieur à 45 % et le taux de couverture du rayon de service des écoles primaires est inférieur à 50 %, l'offre d'équipements adaptés aux jeunes et aux personnes âgées

doit être optimisée en combinaison avec des portraits habitables. Il ressort du portrait numérique représentant le niveau propice à l'emploi que le rapport emploi/résidence dans la vieille zone urbaine et le groupe Yuhang est

0,53-0,60, qui est la zone d'équilibre emploi-logement ; Le rapport emploi/logement dans la ville de Jiangnan atteint 0,61, ce qui constitue une zone avantageuse en matière d'emploi ; Le taux de résidence professionnelle de six clusters, dont Yipeng, Pingyao, Linping, Guali, Liangzhu et Linping, est inférieur à 0,50 et appartiennent à des zones d'emploi faibles. Il ressort du portrait numérique représentant le niveau propice à la marche que les déplacements domicile-travail de plus de 15 km représentent moins de 10% dans les deux types de zones, à savoir les zones à équilibre d'emploi et d'habitat et les zones avec des avantages en matière d'emploi à Hangzhou et la distance de trajet est relativement raisonnable ; Dans les zones périphériques à faible emploi, les déplacements domicile-travail de plus de 15 km représentent plus de 20 %.

Les portraits numériques peuvent fournir des idées d'optimisation pour l'aménagement fonctionnel et l'offre d'équipements du développement social durable urbain, par exemple en prêtant attention aux personnes âgées et à la petite population et en réalisant une offre équilibrée d'espaces de vie et d'emploi urbains. Sur la base des portraits numériques spatiaux durables d'une seule ville, nous pouvons également établir les portraits numériques spatiaux durables d'une série de villes et mesurer le niveau de développement durable de différentes villes en comparant le niveau habitable, le niveau commercial et le niveau de déplacement. niveau.

3.3 Recherche sur la spatialisation et application du portrait numérique de la durabilité environnementale

3.3.1 extraction des éléments clés de la durabilité environnementale Spatialisation

Les espaces verts sont l'élément clé de la durabilité environnementale. Pour réaliser le développement durable de l'environnement urbain, d'une part, il est nécessaire de garantir que la quantité totale d'espaces verts est suffisante pour fournir les services écologiques, la purification de l'air, la régulation climatique et d'autres fonctions requises par la ville. D'autre part, il est nécessaire d'optimiser continuellement le modèle d'espace vert avec des parcelles et des corridors de réseau continus comme support, et d'améliorer sa couverture, sa continuité et son niveau composite fonctionnel, afin d'assurer la continuité organique de l'habitat urbain et la qualité de vie des habitants des environs. Par conséquent, la quantité totale, la disposition et la qualité des espaces verts sont au centre de la recherche sur la spatialisation environnementale durable.

Grâce à des données de télédétection, des données statistiques et des données d'analyse spatiale pour établir un portrait numérique de la durabilité environnementale. L'indice total des espaces verts est analysé à l'aide de la superficie d'espaces verts du parc par habitant, de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) et d'autres données. L'aménagement des espaces verts utilise l'indice de couverture du parc ⑥ pour analyser l'accessibilité et l'uniformité des espaces verts du parc pour les résidents locaux ; Utilisez l'indice de sécurité du parc par habitant ⑦ pour augmenter encore la granularité de l'analyse afin d'analyser le niveau d'offre de la zone du parc dans différentes régions. La qualité de service des espaces verts repose sur le nombre d'espèces biologiques et la densité de population dans l'espace vert, et les indicateurs de biodiversité et de vitalité des populations sont évalués respectivement. 3.3.2 Application du portrait numérique à la durabilité environnementale et à la spatialisation

Un portrait numérique écologiquement durable qui intègre la quantité totale, la disposition et la

qualité des espaces verts peut mesurer avec précision la distribution et le niveau de service des espaces verts dans une ville. Prenons l'exemple de Hangzhou (Figure 5) : en termes de quantité totale d'espaces verts, les portraits numériques identifient la superficie de divers espaces verts, et il est mesuré que la superficie d'espaces verts par habitant du parc de Hangzhou est de 13,74 m², soit près de la moyenne nationale (14 m²). En termes d'agencement spatial, le taux de couverture des parcs d'un rayon de 500 m dans la zone urbaine de Hangzhou est de 81,81 %, ce qui est bien, mais la continuité des espaces verts des parcs dans les districts périphériques et les comtés est insuffisante, et le taux de couverture Le rayon de service est généralement inférieur à 80 %, ce qui est un phénomène « élevé en zone urbaine et faible en périphérie ». Dans le même temps, le degré de sécurité des parcs par habitant de Hangzhou a atteint 63,64 % et la proportion de zones avec un parc par habitant de plus de 5 M² a atteint 63,64 %, se classant au troisième rang parmi les 12 mégapoles, mais la proportion de zones avec un parc par habitant l'offre de plus de 20 m² était insuffisante

28,28%, ce qui indique que le nombre de parcs complets dotés d'installations plus complètes et d'une plus grande superficie à Hangzhou est insuffisant. En termes de qualité des espaces verts, les portraits numériques montrent que la vitalité des habitants des espaces verts de Hangzhou est toujours la plus élevée autour du lac de l'Ouest, de Xixi et d'autres sites pittoresques traditionnels. Il existe un manque de certaines installations commerciales et de services publics autour des espaces verts riverains, tels que les espaces verts riverains et les espaces verts Xiasha, et la vitalité de la population est relativement faible.

Sur la base de l'analyse de portraits numériques environnementaux durables, nous pouvons identifier les zones avec une couverture d'espaces verts insuffisante et juger de la qualité de service des espaces verts existants, afin de proposer des idées d'optimisation environnementale durable, telles que l'augmentation de la diversification des espaces verts, l'amélioration des espaces verts. couverture spatiale et accessibilité. Sur la base de l'image numérique de l'environnement spatial durable d'une seule ville, la quantité totale, la disposition et la qualité des espaces verts entre les villes peuvent également être comparées.

4 portraits numériques du développement durable dans les dimensions spatiales

4.1 extraction des éléments clés du développement durable dans la dimension spatiale

Un autre contenu important de la recherche sur la spatialisation du développement durable est la recherche sur le développement durable de l'espace lui-même. D'une part, il est nécessaire de maintenir une intensité de développement appropriée pour la durabilité de l'utilisation des ressources foncières et la réalisation d'une utilisation intensive et efficace et d'une libération ordonnée des terres ; D'autre part, c'est l'incarnation de l'habitabilité, garantissant un espace de vie bien conçu, évitant un environnement de vie surpeuplé et répondant aux exigences de santé et d'hygiène. La durabilité de la forme urbaine est devenue un large consensus parmi les chercheurs sur le développement durable de l'espace urbain [31]. Les indicateurs courants de forme spatiale comprennent trois indicateurs de base : l'intensité, la densité et la hauteur. De plus, ils incluent également la compacité, la dispersion et la dimension fractale [32]. Afin d'éliminer la forte corrélation entre les indicateurs et d'éviter trop de contradictions entre les indicateurs, cet article part des attributs de base de la forme spatiale, sélectionne trois éléments clés, la hauteur, la densité et l'intensité, qui sont directement liés au contrôle de la forme spatiale urbaine. , pour établir le portrait numérique de la forme spatiale urbaine, et calcule la hauteur moyenne, la densité

et l'intensité du quartier en utilisant des données d'arpentage et des données de modélisation d'arpentage et de cartographie, forme des portraits numériques des dimensions spatiales.

4.2 Application d'images numériques de la forme spatiale urbaine basée sur l'intensité de la densité en hauteur

L'image numérique de la forme spatiale peut décrire avec précision la forme spatiale urbaine avec le quartier comme unité, analyser les caractéristiques de distribution de la forme spatiale urbaine actuelle et la comparer en outre avec la forme spatiale sur la base d'une prévision de planification et d'un zonage d'intensité idéal, de sorte que identifier les risques problématiques possibles liés à la forme spatiale urbaine, afin de mener à bien une réponse en matière de planification.

Sur la base de la hauteur moyenne des bâtiments, de la densité moyenne des bâtiments, de l'intensité moyenne du développement, de la superficie du terrain, de la superficie des bâtiments, de la surface de base des bâtiments et de six autres indicateurs, la situation actuelle de la forme spatiale urbaine peut être transformée en un portrait numérique. Le K- signifie que l'analyse par algorithme de regroupement des six indicateurs peut diviser les quartiers internes urbains en diverses formes spatiales, telles que haute intensité, haute densité et haute hauteur, intensité moyenne, haute densité et haute hauteur. Différentes villes contiennent généralement 4 à 6 types de formes spatiales typiques des quartiers. En prenant Hangzhou comme exemple, quatre types de modèles spatiaux typiques des quartiers ont été identifiés par des portraits numériques (Fig. 6). Parmi eux, les quartiers à haute intensité, à densité moyenne et à haute hauteur sont essentiellement concentrés dans l'autoroute de ceinture, principalement des groupes d'immeubles de grande hauteur sur la place Wulin, la nouvelle ville de Qianjiang, la zone centrale de Riverside et la ville de Zijingang. L'intensité moyenne de développement des quartiers est de 5,0 à 6,0, la densité moyenne des bâtiments est de 30 % à 32 % et la hauteur moyenne des bâtiments est supérieure à 48 M ; Des parcelles d'intensité moyenne, de densité élevée et de hauteur moyenne sont disposées le long du noyau unique de la vieille ville. La plupart d'entre eux sont des blocs commerciaux au bord du lac qui représentent le mieux le gène spatial traditionnel de Hangzhou. L'intensité moyenne de développement du quartier est de 1,8 à 2,0 et la densité moyenne des bâtiments

40% -45%, avec une hauteur moyenne de bâtiment de 27 à 48 m ; Les parcelles de faible intensité, de haute densité et de basse altitude sont disposées en creux le long des grappes industrielles périphériques, principalement les usines et les campus de la zone de développement économique de Xiasha, de l'université de Zijingang Zhejiang et de la zone ouest de Xiaoshanqiao. L'intensité moyenne de développement du quartier est de 1,2 à 1,5, la densité moyenne des bâtiments est de 36 à 40 % et la hauteur moyenne des bâtiments est de 12 à 27 m ; Les parcelles de faible intensité, de faible densité et de faible hauteur sont dispersées, principalement près des montagnes, de l'aéroport de Jianqiao et autour de l'industrie du canton de Xiaoshan. L'intensité moyenne de développement du quartier est inférieure à 0,5, la densité moyenne des bâtiments est inférieure à 18 % et la hauteur moyenne des bâtiments est généralement inférieure à 12 M.

Sur la base de l'image numérique actuelle, l'image attendue de la future forme spatiale urbaine peut être formée davantage en utilisant les données de contrôle de hauteur, de densité et de force du plan de contrôle approuvé, et les points de risque dans le futur contrôle de la forme spatiale urbaine peuvent être identifiés par comparaison avec l'image actuelle. En prenant Hangzhou comme exemple, grâce à la comparaison entre la situation actuelle et les portraits numériques

attendus, il s'avère que le ratio de parcelles prévu sera encore considérablement amélioré par rapport à la situation actuelle, et que le ratio de parcelles moyen dans le cercle urbain augmentera de

La proportion de parcelles à moyenne et forte intensité est passée de 31% à 60%. En particulier, l'intensité de la construction dans le nord de la ville et dans le sud de Xiaoshan sera considérablement accrue, ce qui posera des défis pour la protection des caractéristiques historiques et culturelles de la ville. En outre, la répartition des quartiers avec différentes intensités de développement peut être comparée à la répartition des intensités d'une ville idéale, et le degré raisonnable de développement spatial global des différentes villes peut être jugé. Sur la base des recherches antérieures de l'auteur, la forte densité des quartiers et les éléments clés du développement durable (bénéfices économiques, niveau habitable, qualité de l'espace, etc.) montrent une relation en forme de U inversé. Nous devrions préconiser une répartition de l'intensité urbaine plus « en forme d'olive », dominée par une intensité de développement moyenne [33]. En prenant Hangzhou comme exemple, la courbe globale de répartition de la résistance dans l'autoroute à ceinture est proche de la « forme olive ». La superficie des parcelles de résistance moyenne (rapport de parcelles de 1,0 à 2,5) représente la plus grande proportion, qui dépasse 40 % de la superficie totale de construction de l'autoroute de ceinture. Cependant, par rapport à la répartition idéale, la proportion de parcelles de résistance moyenne est encore faible, et la proportion de parcelles de faible résistance (rapport de parcelles inférieur à 1,0) est relativement élevée, ce qui montre qu'il existe encore un certain nombre de quartiers avec une faible intensité de développement dans la ville, et l'efficacité de l'utilisation de l'espace peut être modérément améliorée.

Grâce à la représentation fine de la forme spatiale urbaine par des portraits numériques, nous pouvons guider le contrôle de la hauteur, de l'intensité et de la densité du zonage, et proposer des stratégies d'optimisation plus pratiques pour le contrôle de la densité de la vieille ville, le contrôle de la hauteur des zones clés telles que comme le front de mer et les montagnes environnantes, et le contrôle de l'intensité d'autres zones générales. Basé sur le portrait numérique et l'analyse d'une seule ville, le portrait numérique de la morphologie spatiale urbaine peut également être utilisé pour comparer les différences de caractéristiques globales de la morphologie spatiale entre les villes en analysant la hauteur moyenne des bâtiments, la densité moyenne de construction et l'intensité moyenne de développement pour différentes villes. villes, comme le montre le tableau 2.

5 Résumé et perspectives

Cet article passe en revue l'évolution de la théorie du développement urbain durable et avance que l'espace en tant que vecteur important du développement durable devrait être inclus dans la dimension de la recherche urbaine durable. Le cadre technique de « l'espace comme pilier, économique, social, environnemental, développement durable

(Figure 7), en essayant de résoudre le problème de la généralisation du concept actuel de recherche sur la durabilité urbaine et en considérant l'espace comme un châssis important de la recherche sur la durabilité.

Alors que le développement urbain de la Chine est entré dans une nouvelle étape de « renouvellement basé sur les stocks », l'amélioration de l'efficacité spatiale et de la qualité de

l'espace est devenue l'axe principal pour promouvoir le développement spatial urbain. Grâce à l'optimisation structurelle, à l'utilisation composite et à l'augmentation de l'intensité pour améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'espace, la compétitivité spatiale de la ville peut être améliorée ; L'amélioration de la qualité de l'espace est directement liée à la « réamélioration » du bien-être des citoyens et revêt une grande importance pour la transformation de la vie des citoyens du « oui » au « bien ». Par conséquent, cette étude de spatialisation du développement urbain durable explore la technologie du portrait numérique multi-échelle et propose des méthodes de mise en œuvre précises pour améliorer l'efficacité spatiale et la qualité spatiale, qui ont une importance locale importante et une valeur temporelle pour soutenir le développement de haute qualité des villes. en Chine.

Bien entendu, à l'heure actuelle, les recherches systématiques sur la spatialisation du développement urbain durable ne font que commencer. À l'avenir, avec l'enrichissement des moyens techniques, le caractère scientifique de la recherche a encore beaucoup à faire. Les éléments clés de la recherche spatiale peuvent être encore accrus. Par exemple, face à des problèmes importants tels que le changement climatique, la technologie du portrait numérique peut encore augmenter les éléments et indicateurs des émissions totales de carbone, de la structure des émissions de carbone et d'autres aspects [34] ; L'échelle de la recherche spatiale peut également être affinée. Cet article se concentre toujours sur l'échelle urbaine et l'échelle communautaire est moins impliquée. À l'avenir, avec l'amélioration continue de la précision des données, l'objet de recherche pourra être étendu davantage à l'échelle du bloc et de la communauté.