

Les axes de développement de la planification spatiale territoriale optimisée par les informations spatio-temporelles

Résumé : Ces dernières années, les technologies d'information spatio-temporelle (observation de la Terre, positionnement spatial, SIG, etc.) ont connu des avancées majeures, jouant un rôle crucial dans le progrès technique et la transition numérique de la profession de l'urbanisme en Chine. Cependant, leur potentiel global dans la planification spatiale territoriale n'est pas encore pleinement exploité. Cette situation s'explique par une compréhension limitée des mécanismes d'optimisation, un manque d'outils technologiques performants et l'absence de ressources de données exhaustives et scientifiques. Face à la vague de transformation numérique et à l'application mondiale de l'intelligence artificielle (IA), il est impératif de renforcer la recherche et la pratique dans ce domaine. L'objectif est de s'appuyer sur les données spatio-temporelles, de mener des analyses tridimensionnelles (3D) et d'utiliser les connaissances spatio-temporelles pour éclairer la prise de décision, soutenant ainsi le développement numérique et intelligent de la planification. Cet article propose d'articuler l'innovation et l'application autour de quatre axes majeurs : la représentation numérique globale, l'analyse dynamique, la simulation intelligente et les services fondés sur les connaissances. À court terme, les priorités incluent le développement de produits de données prêts à l'emploi (ready-to-use), la création de plateformes d'analyse spécialisées, la mise en place de services opérationnels, l'élaboration de mécanismes de participation citoyenne intelligents et la création d'un système méthodologique dédié. En outre, il est essentiel de renforcer la conception stratégique globale, d'améliorer les mécanismes de soutien et de promouvoir des démonstrations d'application.

* Notes : Projet financé par la Fondation nationale des sciences naturelles de Chine (N° 52478061, N° 52078389) et le Projet majeur du Fonds national pour les sciences sociales (N° 24&ZD147).

Grâce à des efforts continus, le système chinois de planification spatiale unifiée ("multi-plans en un") a pris forme, établissant des schémas directeurs nationaux et locaux pour encadrer le développement et la protection de l'espace. L'une de ses forces réside dans l'utilisation intégrée d'informations spatio-temporelles multi-sources (données géographiques de base, 3e recensement foncier national, mégadonnées mobiles), offrant des outils avancés pour la délimitation des zones stratégiques et la création d'une "carte unique" de l'aménagement. Bien que la gouvernance spatiale ait considérablement progressé grâce à ces technologies, le plein potentiel de ces informations reste inexploité, nécessitant une fusion accrue avec l'intelligence artificielle pour redéfinir les paradigmes de la planification.

1. Principaux rôles d'optimisation (Autonomisation)

La planification territoriale englobe la recherche, la conception et l'élaboration de plans spatiaux. À l'ère numérique, il est urgent de transformer ce processus en s'appuyant sur trois piliers :

1.1 Décider par les données spatio-temporelles : L'acquisition et l'intégration de données multi-sources de haute qualité (télédétection, flux de population) sont essentielles pour évaluer la capacité de charge des ressources et simuler l'évolution territoriale. À l'avenir, la fusion de l'IA et des données permettra de générer et d'optimiser les schémas d'aménagement avec une précision inégalée.

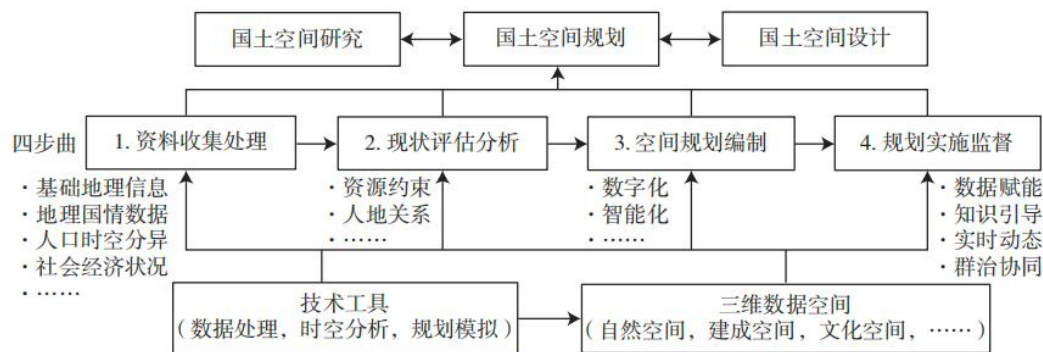


Fig.1 Key steps of territorial spatial planning

1.2 Analyser dans l'espace tridimensionnel (3D) : Avec le déploiement de la modélisation "Chine en 3D réelle" (Real-scene 3D China), l'aménagement passera de conceptions 2D à des analyses 3D immersives (ventilation, ensoleillement, corridors visuels). Cela garantira une coordination globale, allant des infrastructures souterraines à l'espace aérien à basse altitude.

1.3 Décider via les connaissances spatio-temporelles : Face à la complexité des systèmes territoriaux, il convient d'extraire des modèles à partir de données massives pour construire de vastes graphes de connaissances. Des systèmes intelligents fourniront des services personnalisés (diagnostics, prédictions, recommandations) guidés par ces connaissances. *Défis actuels :* La profession manque encore de cadres théoriques systémiques, d'outils d'analyse 3D performants, et pâtit de ressources de données fragmentées et cloisonnées entre les administrations.

2. Stratégie globale de développement

L'objectif est de modéliser dynamiquement le macro-système territorial pour éclairer la gouvernance

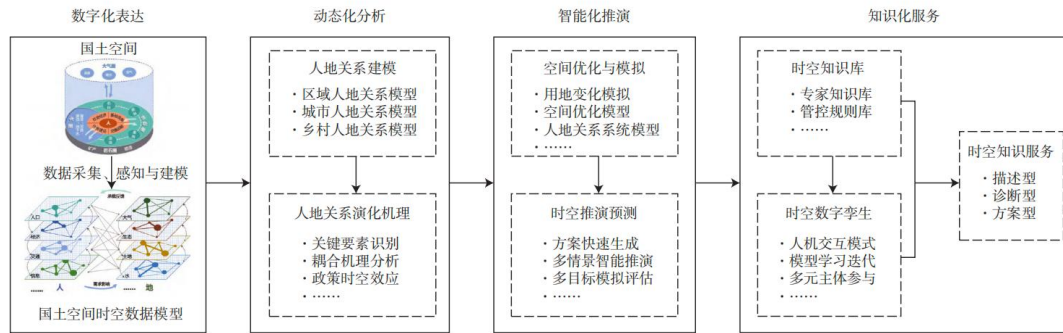


Fig.2 The overall framework of spatiotemporal information-empowered territorial spatial planning

2.1 Représentation numérique globale : Il s'agit de construire un socle de données unifié en associant les entités naturelles et artificielles ("la terre") aux activités socio-économiques ("l'humain"). Les technologies comme la blockchain assureront un écosystème de données sécurisé et traçable.

2.2 Analyse dynamique : L'enjeu est de modéliser les interactions humain-environnement (région, ville, quartier). L'analyse des flux (personnes, logistique, information) permettra de décrypter les mécanismes d'évolution et d'optimiser la configuration des ressources et des services.

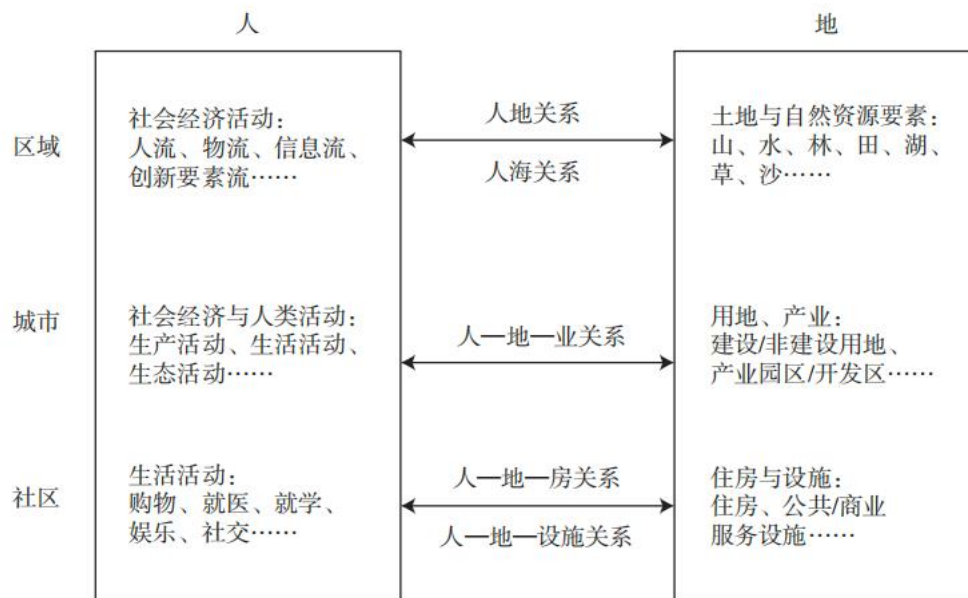


Fig.3 The illustration of territorial planning-oriented human-environment relationship

2.3 Simulation intelligente : Il faut développer des méthodes de simulation 3D pour anticiper l'évolution spatiale sous différentes contraintes politiques et écologiques. L'IA générative (AIGC) sera mobilisée pour concevoir et comparer rapidement plusieurs scénarios d'aménagement.

2.4 Services fondés sur les connaissances : La traduction des règles d'urbanisme en algorithmes et la création de jumeaux numériques spatio-temporels permettront une optimisation interactive en temps réel, favorisant la concertation entre le gouvernement, les entreprises et les citoyens.

3. Tâches prioritaires à court terme

3.1 Développer des produits de données "prêts à l'emploi" (ready-to-use) : Intégrer les données sur les ressources naturelles, les modèles 3D et les métriques socio-économiques pour fournir des services sur mesure via des moteurs d'indexation et des API.

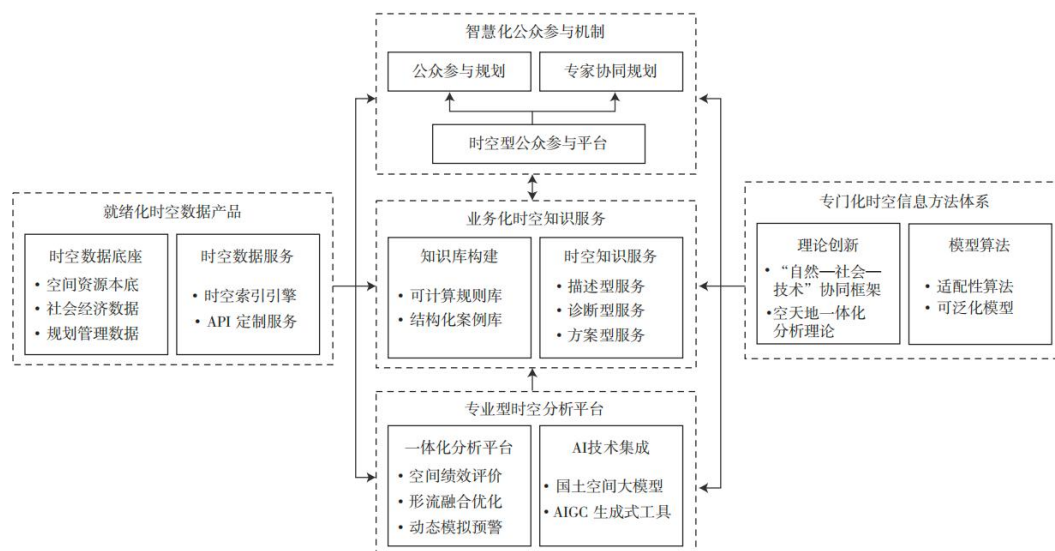


Fig.4 Key near-term tasks

3.2 Construire des plateformes d'analyse spécialisées : Créer des outils intégrés "analyse-simulation-alerte" et y associer des grands modèles d'IA (LLM) territoriaux pour la génération automatique de schémas.

3.3 Développer des services de connaissances opérationnels : Mettre en place des bibliothèques de règles calculables pour offrir des diagnostics (détection de conflits spatiaux) et des recommandations (génération de rapports d'approbation).

3.4 Établir des mécanismes de participation intelligente : Concevoir des plateformes capables d'analyser dynamiquement l'opinion publique et les requêtes des acteurs économiques afin de générer des "cartes de chaleur" des besoins.

3.5 Créer un système méthodologique dédié : Favoriser la transversalité disciplinaire (urbanisme, écologie, géologie, océanographie) pour concevoir des algorithmes adaptables aux spécificités régionales (terre-mer, surface-souterrain).

4. Conclusion

L'intégration profonde des informations spatio-temporelles est indispensable pour bâtir une planification intelligente, perceptive et auto-adaptable. Cela exige une conception stratégique axée sur le numérique, l'analyse dynamique, l'IA et les connaissances.

L'innovation technologique immédiate devra se concentrer sur le développement d'outils opérationnels, de plateformes collaboratives et de méthodologies spécialisées, tout en renforçant les mécanismes de soutien pour des déploiements concrets.

(Remarque : Les 77 références bibliographiques accompagnant l'article original (par ex. Yeh A G O, Wu F L, 1996 ; Liu H M, 2021 ; Chen Jun, 2022) ont été conservées dans leur format et structure d'origine et servent de fondation académique stricte à ce manuscrit).

(AI 辅助翻译)