

Направления развития пространственно-временного обеспечения территориального пространственного планирования

Авторы: Чэнь Цзюнь, Чжан Шаньци, Чжан Бин, Чжао Пэнцзюнь, Тянь Ли, Чжань Цинмин, Чжан Шанью

Аннотация: За последние годы технологии пространственно-временных данных (ПВД), включая дистанционное зондирование, геопозиционирование и ГИС, достигли значительного прогресса, сыграв ключевую роль в цифровой трансформации градостроительной отрасли Китая. Тем не менее потенциал ПВД в сфере территориального пространственного планирования (ТПП) раскрыт не полностью, что обусловлено недостаточным пониманием механизмов такого воздействия, отсутствием передового инструментария и комплексных массивов научных данных. В условиях глобальной цифровизации и активного внедрения технологий искусственного интеллекта (ИИ) необходимо интенсифицировать исследования и практику использования ПВД в ТПП. Основной задачей является переход к модели принятия решений, основанной на пространственно-временных данных, трехмерном анализе и экспертном знании. В данной работе предлагается концепция развития, базирующаяся на четырех столпах: всесторонняя цифровая репрезентация, динамический анализ, интеллектуальное моделирование и интеллектуальные сервисы. В ближайшей перспективе ключевыми приоритетами станут: создание готовых к использованию (ready-to-use) продуктов ПВД, формирование специализированных аналитических платформ, разработка прикладных сервисов пространственно-временных знаний, создание механизмов интеллектуального участия общественности, а также формирование методологической базы ПВД. Кроме того, требуется усиление верхнеуровневого проектирования, совершенствование механизмов обеспечения и расширение демонстрационных проектов.

Ключевые слова: пространственно-временная информация;
пространственно-временная эмпауэрмент (наделение возможностями);
территориальное пространственное планирование; пути развития

1. Основные аспекты воздействия

ТПП охватывает три взаимосвязанные стадии: пространственные исследования, разработку планов и архитектурно-градостроительное проектирование. Независимо от этапа, критически важным является использование ПВД в качестве фундамента, аналитических инструментов — в качестве поддержки, а пространственно-временных знаний — в качестве основы для принятия решений.

1.1. Модель «Доказательства на основе данных»

Ключевым аспектом является интеграция разнородных данных (дистанционное зондирование, геоинформация, демографические потоки) для построения базовых наборов данных (природные условия, социально-экономические факторы). Это позволяет проводить оценку несущей способности ресурсов и пригодности территорий, что является основой для установления экологических «красных линий» и границ городского развития.

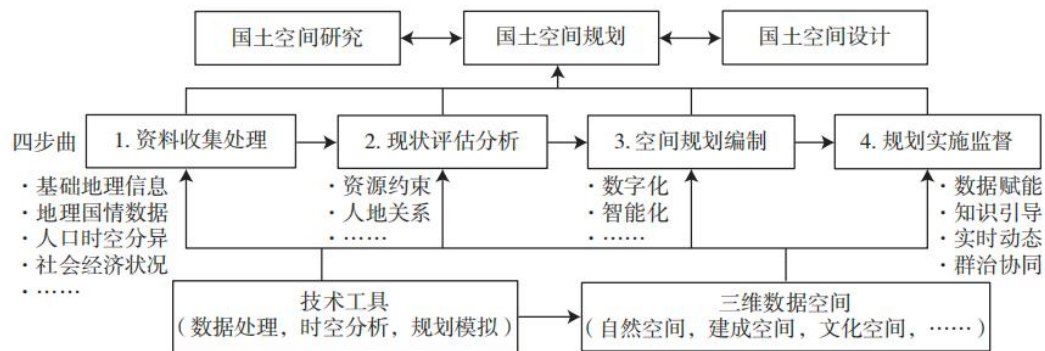


Fig.1 Key steps of territorial spatial planning

1.2. Анализ в трехмерном пространстве

Переход от двухмерных планов к 3D-моделированию (Real-time 3D China) позволяет проводить стереометрический анализ: оценку вентиляционных коридоров, инсоляции, визуальных связей и гармонизации застройки. Интеграция данных IoT и алгоритмов ИИ способствует автоматизированному проектированию и прогнозированию эволюции городской среды.

1.3. Принятие решений на основе знаний

Интеграция многолетнего опыта в области планирования в виде графов знаний (Knowledge Graphs) позволяет перейти от простого сбора данных к «пространственно-временному интеллекту». Это обеспечивает поддержку принятия решений: от дескриптивных и диагностических до предиктивных и проектировочных моделей.

2. Общая концепция развития

Для достижения «восприимчивости, обучаемости, эффективности и адаптивности» планирования необходимо следовать по пути:

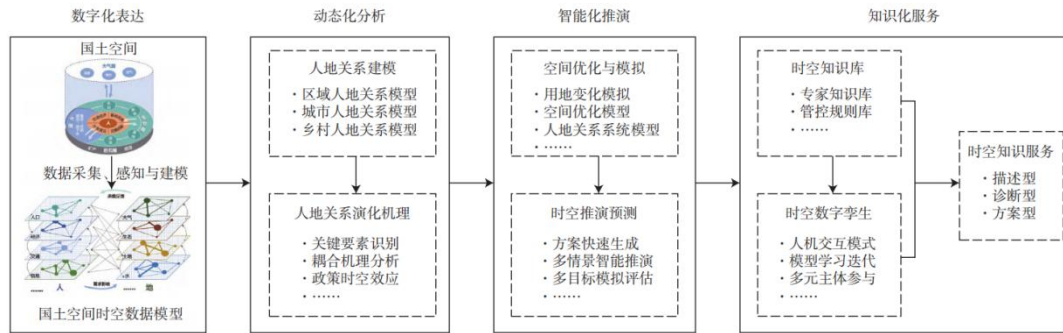


Fig.2 The overall framework of spatiotemporal information-empowered territorial spatial planning

Цифровизация: Создание единого цифрового базиса территорий путем интеграции природных и антропогенных объектов с учетом их пространственно-временных атрибутов.

Динамический анализ: Моделирование «человеко-земных» отношений (human-environment relationships) для глубокого понимания механизмов взаимодействия между социальными процессами и природными ресурсами.

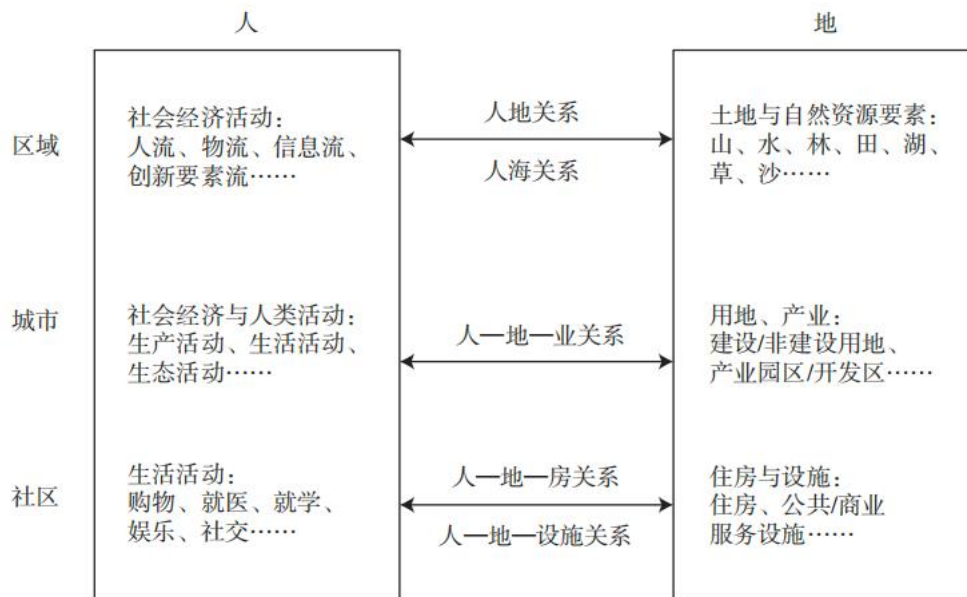


Fig.3 The illustration of territorial planning-oriented human-environment relationship

Интеллектуальное моделирование: Использование генеративного ИИ для быстрой генерации сценариев планирования и оценки их многоцелевой эффективности.

Сервисы на основе знаний: Формирование «цифровых двойников» (Digital Twins) для обеспечения интерактивного взаимодействия и балансировки интересов всех стейкхолдеров.

3. Ключевые задачи на ближайший период

Создание «готовых к использованию» продуктов данных: Формирование унифицированных баз данных, объединяющих ресурсы, социальные показатели и результаты мониторинга планов.

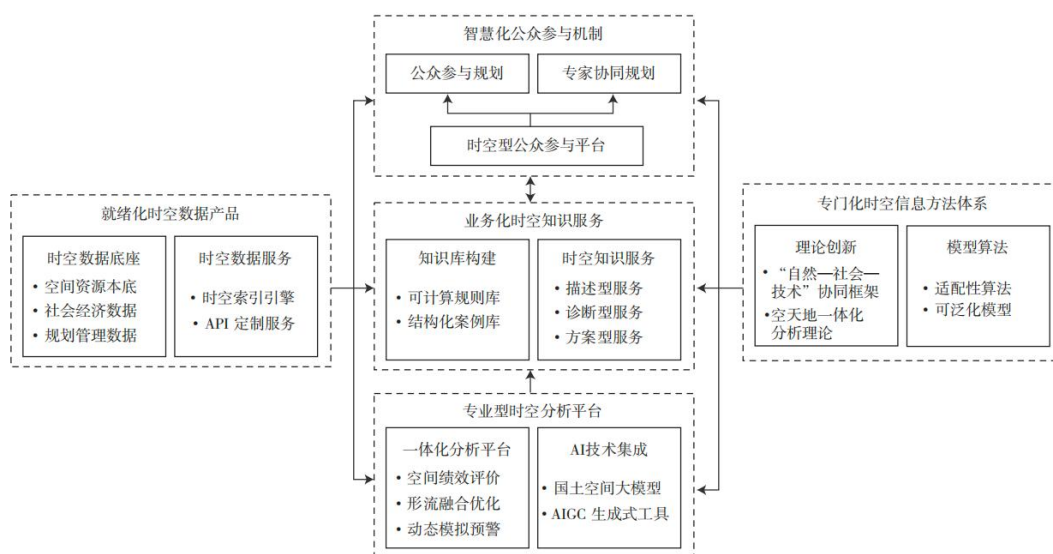


Fig.4 Key near-term tasks

Разработка профессиональных аналитических платформ: Создание интегрированных сред для анализа, моделирования и прогнозирования на базе ИИ.

Развитие сервисов пространственно-временных знаний: Систематизация экспертных правил и прецедентов в машиночитаемые библиотеки.

Внедрение механизмов участия: Создание платформ для сбора мнений населения и экспертного сообщества с целью формирования «термокарт» потребностей и оптимизации сервисов.

Методологическая инновация: Междисциплинарное развитие теории «природа-общество-технология» и разработка адаптируемых алгоритмов для различных пространственных уровней.

Глубокая интеграция пространственно-временных технологий в территориальное планирование является необходимым требованием новой эпохи. Переход к модели

«управления на основе знаний» через всестороннюю цифровизацию требует совершенствования верхнеуровневого дизайна, разработки инновационного инструментария и активного применения новых методов в практике градостроительного проектирования.

(Примечание: Оригинальная структура ссылок и библиографии сохранена согласно источнику.)

(AI 辅助翻译)