

Опыт Гуанчжоу по построению CSPON: задачи формирования, системное решение и практические подходы муниципальной сети

ДЭН Маоин

Аннотация: Сеть мониторинга реализации территориального пространственного планирования Китая (CSPON) призвана отвечать требованиям новой эпохи к интегральному, всефакторному и динамичному управлению территориальным пространством и сверху вниз продвигать выполнение на местах задач реформы системы планирования. На основе опыта Гуанчжоу как пилотного города в статье предложены решения и практические подходы к созданию муниципальной CSPON. Во-первых, по линии вертикальной интеграции необходимо активно стыковаться с провинциальной системой планирования, усиливать обратный поток информации и формировать многоуровневую систему передачи требований планирования по единицам развития в пределах города. Во-вторых, по линии горизонтальной координации следует создать институты и стандарты управления данными, усовершенствовать механизм многостороннего взаимодействия и траекторию реализации. В-третьих, в сфере технологий восприятия и управления необходимо продвигать системы «космос - воздух - земля» для физического восприятия и «человек - дело - объект» для социального восприятия, а также развивать интеллектуальные возможности динамической интеграции массивных разнородных данных из многих источников. В-четвертых, для умного управления требуется строить модели, тесно согласованные с реальными бизнес-процессами. Осмысляя практику Гуанчжоу, статья указывает на высокие требования к качеству данных, значительные бюджетные затраты и высокую степень поискового характера работы, а также предлагает стратегии дальнейшей интеграции и оптимизации систем, повышения способности к управлению данными и разработки моделей с приоритетом практического применения.

Ключевые слова: умный город; Сеть мониторинга реализации территориального пространственного планирования Китая (CSPON); реформа территориального пространственного планирования; Гуанчжоу

Классификационный номер Китайской библиотечной классификации: TU984; код документа: А

DOI: 10.16361/j.urpf.202501004; номер статьи: 1000-3363(2025)01-0025-09

Сведения об авторе: ДЭН Маоин, начальник Управления планирования и природных ресурсов г. Гуанчжоу; старший инженер профессорского уровня; зарегистрированный градостроитель. E-mail: 26886688@qq.com.

В 2023 г. Канцелярия Министерства природных ресурсов опубликовала Рабочую программу строительства Национальной сети мониторинга реализации территориального пространственного планирования (2023-2027) (далее - «Программа строительства»), предложив создать Сеть мониторинга реализации территориального пространственного планирования (CSPON) и в первоочередном порядке развивать четыре сценария применения: онлайн-управление планировочной деятельностью, автоматизированную «диагностику» и оценку состояния территориального пространства, моделирование и проигрывание сложных сценариев пространственного управления, а также онлайн-публичные услуги в сфере планирования. Эта инициатива стала дальнейшей реализацией положений о надзоре за исполнением планов,

закрепленных в опубликованных в 2019 г. Мнениях ЦК КПК и Государственного совета о создании системы территориального пространственного планирования и надзора за ее реализацией, и рассматривается как существенное обновление надзора на базе платформы «единая карта»^[1].

С начала реформы системы территориального пространственного планирования число соответствующих исследований, индексируемых CNKI^①, выросло с менее чем трех работ в год до 2018 г. до более чем десяти работ ежегодно. Исследования сосредоточены на понятийном содержании и задачах^[2-4], истории развития^[5-6], типах и содержании^[7-9], правовых подходах^[10-12], построении систем надзора на разных административных уровнях^[5,13-16], а также на архитектуре информационных систем и технологических моделях^[17-21].

Однако по сравнению с механизмами мониторинга реализации и оценки планов, зародившимися в странах Западной Европы в 1960-е гг.^[11], CSPON имеет короткую историю освоения и относительно слабую рабочую основу: ее позиционирование еще нуждается в уточнении, системная архитектура не завершена, а методы и механизмы требуют дальнейшей разработки^[4-5]. В пилотных регионах также пока не сложился консенсус относительно понятия и содержания работ CSPON^[5,22]. Тем более что на местах уже существуют разные регулярные формы мониторинга развития и охраны территориального пространства, например «ежегодная диагностика и пятилетняя оценка» реализации генеральных территориальных пространственных планов городов, ежегодное обновление данных съемки и картографии, регулярный мониторинг изменений всех элементов геоинформации. При этом механизм того, как муниципальные CSPON должны строиться и действовать, еще не получил системного и полного объяснения. Поэтому, опираясь на пилотную практику Гуанчжоу, статья рассматривает логику задач строительства, системное решение и ключевые направления практического применения, чтобы дать ориентиры для создания муниципальных систем CSPON.

1 Задачи построения Сети мониторинга реализации территориального пространственного планирования (CSPON)

1.1 Новые потребности территориально-временного управления формируют концепцию CSPON

Для более целостного освоения и охраны территориального пространства страны, а также для повышения уровня цифровой и интеллектуальной поддержки планировочного территориально-временного управления Министерство природных ресурсов постепенно сформировало концепцию CSPON. Она требует модернизировать «единую карту» мониторинга и раннего предупреждения в вертикально и горизонтально связанную «единую сеть» подготовки и реализации планов, отвечающую потребностям новой эпохи в интегральном, всефакторном и динамичном управлении территориальным пространством.

1.1.1 Конфликты между центральным и местным планированием побуждают центр усиливать интегральное управление территориальным пространством

С точки зрения отношений между центром и местами масштаб и нагрузка управления в Китае обусловили исторический процесс «отпуска и собирания» полномочий в сфере местного пространственного управления. В академической среде обычно выделяют четыре ключевых институциональных события - образование КНР, реформу и открытость, реформу разделения налогов и всестороннее углубление реформ, - которые соответствуют четырем этапам: высокой централизации, раздельного «питания» центрального и местных бюджетов, разграничения полномочий и углубленной координационной реформы^[23]. На третьем этапе

центр закрепил базовую роль рынка в распределении земельных ресурсов^[2], что одновременно усилило напряжение между общегосударственной пространственной координацией и местным пространственным управлением, а также обострило противоречия между центральными и местными планами. В условиях сложной международной обстановки центральные планы, исходя из структурного функционального размещения общенационального развития, сильнее акцентируют «обязательные» стратегии национальной безопасности - продовольственно-экологическую безопасность и крупную региональную инфраструктуру; местные же планы, находясь под давлением межтерриториальной конкуренции, поиска признания государства и общества и системы оценки эффективности, больше ориентируются на «экспансионистское» развитие экономического пространства.

После того как XVIII съезд КПК запустил курс на «углубление реформ»^[3], пространственное планирование вступило в период перестройки и объединения. Реформа территориального пространственного планирования была выдвинута как инструмент целостного управления, направленный на обеспечение экологической безопасности и устойчивого развития территориального пространства^[24]. Усиление нижних пределов контроля центрального правительства над рисками безопасности и пространственной структурой, при сохранении точечной локальной фокусировки, стало одним из ключевых условий построения современной системы согласованного территориального управления между центром и местами^[25]. В этой связи ЦК КПК и Государственный совет приняли важное решение - создать систему территориального пространственного планирования и надзора за ее реализацией^[4], укрепить авторитет планов верхнего уровня, сформировать механизмы динамического мониторинга, оценки, раннего предупреждения и регуляторного контроля, а также не допустить прежней ситуации, когда жесткий контроль сверху вниз плохо реализовывался или в отдельных регионах возникали бездействие и произвол в планировании^[26].

1.1.2 От мониторинга, оценки и раннего предупреждения к всефакторному управлению реализацией планов

С вступлением страны в эпоху экологической цивилизации и цифровизации новые требования пространственного управления побуждают планировочные органы заново осмыслить, почему планы иногда «не работают», «не подходят» и «неудобны в использовании». Особое внимание обращено на недостаточный учет временного измерения, недостаточную системность учета всех факторов развития и, прежде всего, на вопрос о том, как создать эффективный механизм обеспечения реализации планов^[27]. Территориальное пространственное планирование, будучи стратегическим, базовым и институциональным инструментом пространственного развития и управления, должно отвечать трем ключевым требованиям - перспективности, научности и операционности. Поэтому оно нуждается в новом механизме территориально-временного управления, а значит, требует не только реформы системы подготовки планов, но и реконструкции системы надзора за реализацией, а также соответствующей правовой и технической поддержки^[27].

Опираясь на прежние практики мониторинга и оценки реализации планов, CSPON выдвигает цель отслеживать ход реализации и обеспечивать динамическое сопровождение планов. Ее роль не ограничивается мониторингом и ранним предупреждением: она также должна служить основанием для подготовки, утверждения и изменения планов, административного правоприменения и инспекционного надзора^[4], обеспечивая весь процесс и все факторы - от мониторинга реализации до принятия решений по устранению проблем^[7].

1.1.3 Динамическое управление: от платформы «единой карты» к системе «единой сети»

Под влиянием национальных стратегий «Цифровой Китай» и «умное общество» территориальное пространственное планирование переходит от создания информационных платформ к построению интеллектуальных систем. Планировочная «единая карта» должна превратиться из относительно статичного инструмента мониторинга в действительно динамический механизм контроля, отвечающий изменяющимся потребностям охраны, освоения и использования территориального пространства^[28].

С 2019 г. центральные органы интенсивно публикуют руководства и стандарты, связанные с территориальным пространственным планированием и информатизацией, что продвинуло строительство информационных систем управления пространственным планированием на уровне министерств, провинций, городов и уездов и усилило их вертикальную координацию. На местах быстро создаются платформы интеграции территориальных пространственных планов, динамического мониторинга строительства и своевременного предупреждения, а также отрабатывается регулярное и оперативное подключение разнообразных данных^[29]. Ряд исследований далее выдвинул идею системы «единой сети», наделяющей планировочный надзор и принятие решений цифровыми возможностями и обеспечивающей вертикально-горизонтальную согласованность бизнес-процессов. Например, предлагается общая рамка умного планирования, основанная на экологической цивилизации, ориентированная на человека и поддержанная технологиями и институциональными инновациями; она формирует информационный замкнутый цикл «сбор данных - подготовка планировочных решений - оценка планировочных решений - интеллектуальное решение и обратная связь - новый сбор данных - корректировка планировочных решений»^[30]. Поэтому модернизация платформы «единой карты» мониторинга реализации планов и поиск сетевой системы «единой сети» подготовки и реализации планов закономерно направлены на достижение общей цели умного территориального пространственного планирования, способного воспринимать, учиться, управлять и адаптироваться^[1].

1.2 Сверху вниз развертываемые задачи строительства CSPON

1.2.1 Организационный способ

CSPON включает два смысла - мониторинг и надзорное управление: мониторинг относится к реализации планов, а надзор - ко всему жизненному циклу планирования от подготовки до выполнения. Вертикально связанные системы информационного надзора за реализацией территориального пространственного планирования «единой карты» на уездном, муниципальном, провинциальном и национальном уровнях образуют стержень всей сети мониторинга (рис.1).

Опыт Гуанчжоу по построению CSPON: задачи формирования, системное решение и практические подходы муниципальной сети
партия пилотов CSPON^[31]: один региональный пилот, 16 провинций, 29 городов и один район/уезд.

2 Системное решение для построения муниципальной CSPON в Гуанчжоу

Анализ показывает, что строительство муниципальной системы CSPON должно определяться потребностями и возможностями пространственного управления данного уровня. Оно должно учитывать не только сценарии применения на уровне планировочных единиц и земельных участков, но и вертикальную стыковку и передачу требований с системами оперативного мониторинга «единой карты» верхних и нижних уровней; по горизонтали же оно должно обеспечивать подлинное межсистемное соединение данных и межведомственную координацию, усиливая ресурсную поддержку данных и практические функции умного управления (табл.1).

Гуанчжоу как национальный пилот, опираясь на опыт предыдущего этапа «единой карты», уже сформировал концепцию и общую рамку цифрового территориального пространства «три всеохватности и пять модернизаций» (участие всех ведомств, покрытие всего процесса и контроль всех факторов; цифровизация процессов, стандартизация процедур, сетевое оформление, интеллектуализация управления и институционализация менеджмента)^[32]. Однако практика эксплуатации информационной системы надзора за реализацией «единой карты» показала ряд проблем: недостаточную разработанность функций для ежедневных высокочастотных операций, избыточность индикаторов при трудности получения данных, относительную изолированность и слабую интеграцию рабочих систем^[33]. Поэтому Гуанчжоу планирует использовать нынешний этап строительства для совершенствования механизмов вертикальной взаимосвязи и передачи планировочных требований, горизонтальной координации и обмена операционными данными, дальнейшего освоения технологий восприятия и интегрированной обработки массивных разнородных многоканальных пространственно-временных данных, создания динамической интеллектуальной системы мониторинга и раннего предупреждения, а также разработки наиболее востребованных моделей умного управления.

Табл.1 Ключевые направления системного построения муниципальной CSPON

序号	关键攻关方向	需攻关的具体内容
1	纵向互联传导体系	按层级、分尺度、明权限的信息和指标传导体系
2	横向协同共享机制	实时连通、协作顺畅的规划业务统管协作机制
3	动态感知监测技术	实时监测数据的资源支撑和高质量数据治理技术
4	实用智慧治理功能	生态文明与人本需求的“数智化”空间治理模块

2.1 Формирование вертикальной оси связности: взаимодействие планировочных систем сверху вниз и детализированная передача требований

В существующих платформах «единой карты» система передачи и стыковки требований еще не завершена^[34]. В рамках надзора планов верхнего уровня за планами нижнего уровня, основанного на принципах «соразмерности полномочий и ответственности» и «соответствия утверждения и управления»^[35], необходимо рационально определить уровни и границы единиц развития, удобные для плавной передачи надзорных индикаторов, создать количественно измеримую, передаваемую, контролируруемую и сочетающую жесткость с гибкостью

вертикальную систему передачи индикаторов, уточнить стандарты показателей и точности для сопряжения муниципальной системы с системами министерств и провинции, а также с уездными системами^[14,22], и решить вопросы декомпозиции индикаторов, утверждения учета, мониторинга, раннего предупреждения и согласования пространственных единиц^[36-37].

2.1.1 Сопряжение с провинциальной системой планирования и усиление информационного обратного потока

На основе правительственного облака и микросервисной архитектуры провинция Гуандун создала универсальную систему трехуровневого взаимодействия «провинция - город - уезд». Она перешла от прежней формы офлайн-представления данных снизу вверх к двунаправленной модели: нисходящая передача, надзор и предупреждение сочетаются с восходящей агрегацией, обратной связью и обновлением. Это обеспечивает точную передачу контрольных индикаторов, совместную обработку предупреждений и текущие обновления баз планировочных данных на трех уровнях, а после внесения, агрегирования и обновления данных данного уровня оставляет местным информационным платформам пространство для функционального расширения под индивидуальные потребности^[14]. Гуанчжоу необходимо сопрягаться и транслировать стратегическое и обязательное содержание планов провинциального уровня (табл.2): стратегическое содержание передается инициативно и включает элементы целевого масштаба и пространственной структуры; обязательное содержание передается жестко и включает нижние ограничения и распределение факторов^[13]. Одновременно Гуанчжоу планирует дальнейшее укрепление взаимосвязи с провинциальной системой и обеспечение обратного потока данных по таким направлениям, как утверждение землепользования, перевод сельскохозяйственных земель и устранение незаконного землепользования^[38].

Табл.2 Содержание муниципального планирования, подлежащее сопряжению с планами провинциального уровня

传导形式	要素类型		传导要素
主动传导	战略性内容	目标规模类	• 发展定位 • 开发保护目标与战略 • 人口规模和城镇体系 • 跨区域协调要求
		空间格局类	• 国土空间开发保护总体格局 • 主体功能分区
刚性传导	约束性内容	底线约束类	• 底线类:生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界等 • 资源类:森林、耕地、海洋、湿地等 • 历史文化类:国家和省级历史文化名城名镇和历史文化街区
		要素配置类	• 公共服务设施类:基础教育设施、基本医疗设施、基本养老设施、区域性公共设施 • 重大交通设施类:综合交通廊道、重要枢纽场等 • 市政及安全类基础设施:水资源、能源供给安全保障

2.1.2 Единое управление операциями муниципальной планировочной системы и передача планировочных требований

Гуанчжоу использует Облачную платформу пространственно-временной информации «Умный Гуанчжоу» как цифровое основание, строит «единую платформу» базовой информации территориального пространства и «единую карту» системы данных природных ресурсов, формируя прикладную сервисную систему согласования, административного управления, надзора за реализацией и операционной координации, покрывающую весь рабочий процесс природных ресурсов (включая Suhaoban, Suizhiguan, платформу государственных услуг и др.)^[39]. Далее будет разработан единый модуль взаимосвязи, обеспечивающий единое управление регистрацией интерфейсов, аутентификацией, авторизацией, сервисами и мониторингом, усиление оперативных связей между операционными системами планирования и природных ресурсов Гуанчжоу, сопряжение восходящих и нисходящих операционных данных и единое управление операционными подразделениями планирования и природных ресурсов на уровнях города, района, улицы и поселка.

При построении конкретной системы пространственно-планировочной передачи Гуанчжоу разделил территорию на многоуровневые единицы и разработал соответствующие принципы их выделения и содержание передачи требований (рис.2), сформировав количественно измеримую, передаваемую, контролируемую и сочетающую жесткость с гибкостью вертикальную систему. Через путь передачи «город - планировочный район - управленческая единица - детальный план» и принципы двусторонней обратной связи, перечня полномочий и обязанностей, сочетания жесткости и гибкости, масштабного допуска и динамического баланса реализуется соответствие планировочного содержания административным полномочиям, пространственным границам, глубине контроля и жесткости регулирования^[34]. Конкретно планировочные районы транслируют выделенные генеральным городским планом объемы земель и интенсивность развития, углубляя доминирующее функциональное зонирование участков, разделенных дорогами; управленческие единицы на базе районов детализируются и передают показатели общегородского уровня, которые можно напрямую включить или перевести, а также реализуют содержание мониторинга по нижним ограничениям, охране природных ресурсов, контролю масштабов развития и размещению общественных элементов.

Изменения индикаторов, вызванные пересмотром детальных планов земельных участков, как правило, должны балансироваться внутри управленческой единицы^[40].



Рис.2 Пример процесса передачи требований реализации муниципального территориального пространственного планирования

2.2 Создание горизонтальной координационной сети: совершенствование институтов и стандартов, обмен данными и связность операционных процессов

Горизонтальная координация муниципальной системы CSPON должна исходить из правовой логики Закона о территориальном пространственном планировании^⑤ и правил взаимодействия ведомственных функций, формируя механизм системной координации и обеспечивая свободный обмен данными и операционное взаимодействие между муниципальным органом природных ресурсов и другими ведомствами^[10,31]. На базе муниципальной платформы базовой информации территориального пространства следует развивать модули взаимосвязи, усиливающие оперативное соединение систем природных ресурсов, развития и реформ, жилищно-городского строительства, экологии и окружающей среды, транспорта, промышленности и информатизации, общественной безопасности и других ведомств. Такое соединение должно обеспечить обмен данными, необходимыми для мониторинга и раннего предупреждения реализации планов: интегрированные государственные услуги, подтверждение прав на природные ресурсы, регистрация недвижимости, экологическая реставрация, охрана пахотных земель, социально-экономические данные, население и др.^[28,36].

2.2.1 Многосторонняя система координации и путь реализации

Гуанчжоу организует координационную систему надзора за реализацией планов через координацию муниципального правительства, связку «город - район», лидерство органа природных ресурсов, межведомственное сотрудничество и открытый канал общественного участия^[6]. Город последовательно стандартизирует межведомственные рабочие процессы, формирует механизм операционного согласования и упрощает согласование планировочно-строительных проектов. На примере строительных проектов Гуанчжоу ввел единый код проекта, который связывает данные согласований по всему жизненному циклу: от утверждения проекта и землепользования до инженерного строительства, разрешения на строительство, приемки законченного объекта и регистрации. На основе стандартов операционного согласования определены вопросы рассмотрения и согласования, а также стандарты оформления для всех функциональных ведомств по всему процессу; реализуется принцип «одно окно для приема, параллельное рассмотрение, единое оформление»^[39].

2.2.2 Создание институтов и стандартов управления данными

Управление Гуанчжоу уже сформировало единый каталог ресурсов данных, включающий данные текущего состояния территориального пространственного планирования, планировочные данные, управленческие данные и социально-экономические данные^[41], и продолжает решать проблемы неоднородного качества, недостаточной пространственно-временной связности и рисков безопасности данных в процессе их производства, хранения, циркуляции и управления^[32]. В дальнейшем через стандарты и институты управления данными качество будет повышаться уже на исходных этапах производства и построения баз данных; одновременно будут разработаны режимы безопасности, конфиденциальности и управления для последующих стадий производства, обращения, обмена и использования данных, а также совершенствоваться межведомственные политики информационной связи. Это позволит сделать горизонтальную координационную работу надзора за реализацией планов бесперебойной и безопасной, не допуская серьезных задержек из-за качества данных.

2.3 Освоение технологий оперативного динамического восприятия, мониторинга и интеграции массивной физической и социальной информации

Существующие технические средства мониторинга реализации планов по-прежнему недостаточно пространственны и динамичны, чтобы поддержать детализированное управление территориальным пространством^[5]. Поэтому функциональная модернизация CSPON требует, помимо регулярного динамического обновления данных платформы «единой карты», усилить управление пространственно-временными данными и возможности оперативного надзора^[42]. Необходимо укрепить интеграцию и обмен разнообразными данными, сформировать динамическую и оперативную систему мониторинга с едиными стандартами и гладким соединением, пригодную для выявления тенденций изменения территориального пространства и раннего предупреждения рисков^[5]; первоочередно развивать онлайн-управление всем процессом подготовки, согласования, реализации и надзора планов, повышая возможности динамического восприятия, оперативного мониторинга, автоматического предупреждения, моделирования сценариев и удобных услуг^[1]. Следует также глубже разрабатывать технологии эффективного получения и подключения данных, интеграции многоканальных пространственно-временных данных и управления качеством, обслуживающие функции динамического восприятия, оперативного мониторинга и динамической визуализации^[43-45].

2.3.1 Технологии физического восприятия и мониторинга «космос - воздух - земля»

Гуанчжоу применяет ключевые технологии нового поколения единой сети BeiDou и интегрированного голографического дистанционного мониторинга «космос - воздух - земля», разрабатывая более точные технологии интерпретации объектов земной поверхности. Это обеспечивает высокочастотное, высокоточное и эффективное восприятие и мониторинг физической среды: классификацию культур^[46], изменения земель^[47], морской мониторинг^[48-49], деформацию поверхности^[50], состояние зданий^[51], геологические угрозы^[52] и др.

2.3.2 Технологии социального восприятия и мониторинга «человек - дело - объект»

На основе мобильного сигналинга, согласованного сбора данных с воздуха и земли, потоковых данных камер, сигнальных отпечатков и других многоканальных пространственно-временных данных Гуанчжоу разработал более детализированные технологии восприятия социальной информации, которые позволяют точнее создавать цифровые двойники многочисленных социальных элементов. К таким применениям относятся восприятие передвижений населения^[53], распределение городских функций^[54-56], выявление сетей производственных цепочек^[57], навигационное позиционирование по полосам движения^[58], индивидуальное позиционирование^[59] и оперативное динамическое отображение физической и виртуальной реальности^[60]. Это дает системе надзора за реализацией территориального пространственного планирования существенную техническую поддержку, позволяющую «видеть не только объекты, но и людей».

2.3.3 Технология интеллектуального движка для динамической интеграции массивных пространственно-временных данных

Гуанчжоу продолжает развивать передовой на международном уровне вычислительный движок всех пространственно-временных элементов. Самостоятельно разработанный пространственно-временной вычислительный движок Yunwu вводит вычисления потоковых данных в реальном времени на базе пространственных баз данных, обеспечивая единое хранение и высокопроизводительные вычисления для массивных всефакторных пространственно-временных данных. Он поддерживает систему управления пространственно-временными данными полного цикла: «построение статической основы - подключение динамических данных IoT - интеграционные вычисления»^[61]. Через создание хранилища пространственно-временных данных природных ресурсов данные последовательно превращаются в активы и формируют «супермаркет данных», всесторонне поддерживающий потребности применения на всех этапах планирования, строительства и управления^[62].

2.4 Разработка модулей умного управления, тесно связанных с операционными потребностями

Использование универсального искусственного интеллекта и других новых технологий в практических сценариях муниципальной работы - новое требование строительства CSPON. Муниципальная система, с одной стороны, должна модернизироваться вокруг конкретных сценариев применения, а с другой - активнее внедрять искусственный интеллект, большие данные, облачные вычисления, блокчейн и другие технологии; создавать специализированные большие модели; разрабатывать интеллектуальные инструменты поддержки подготовки планов, автоматической экспертизы и динамического предупреждения, а также углубленно разрабатывать цифрово-интеллектуальные модели территориального пространственного планирования, отвечающие потребностям экологической цивилизации и ориентации на человека^[4,63-64]. Некоторые города уже ведут разработку моделей умного надзора, формируя пакеты индикаторных моделей и инструменты оценки эффективности землепользования,

Опыт Гуанчжоу по построению CSPON: задачи формирования, системное решение и практические подходы муниципальной сети эффективности зон развития, результатов реализации планов, выбора площадок, поддержки подготовки планировочных решений, извлечения планировочных условий и экспертизы планировочных решений^[17].

Гуанчжоу разрабатывает интеллектуальные модули вокруг операционных потребностей управления, продолжая формировать систему моделей умного территориального пространственного планирования. Примеры включают: модуль интеллектуального сопоставления и экспертизы результатов детального планирования для отслеживания, надзора и экспертизы пересмотра по всему процессу с поддержкой экспорта отчетов одним нажатием; модули пакетной проверки соответствия отраслевых планов и автоматической сопоставительной экспертизы транспортных отраслевых планов; динамически обновляемые тематические наборы данных, информационное управление и статистико-аналитические функции для работы по «подготовке земли»; модуль проверки сельских людей, домохозяйств, домов и земель в рамках реформы сельского земельного института с интегрированным 2D/3D-управлением для потребностей города, районов, улиц/поселков и сельских домохозяйств; 3D-модуль «умного исторического города» для защиты, наследования и активного использования историко-культурного наследия; функции морских предупреждений и поддержки принятия решений при чрезвычайных ситуациях штормовых нагонов; внедрение базовых больших моделей через создание библиотеки образцов, повышение вычислительной мощности, построение графов, исследования больших моделей и интеграцию интеллектуальных инструментов. Все это повышает способности системы всего жизненного цикла территориального пространственного планирования к самостоятельному обучению, интеллектуальному анализу и постоянному моделированию^[33].

3 Рабочие приоритеты строительства муниципальной системы CSPON в Гуанчжоу

3.1 Интеграция существующих системных кластеров: систематизация операционных цепочек, сквозное соединение восходящих и нисходящих звеньев и выравнивание интерфейсов платформ

Первейшая задача строительства CSPON в Гуанчжоу - модернизировать информационную систему надзора за реализацией территориального пространственного планирования «единой карты» через интеграцию существующих информационных систем, связанных с территориальным пространственным планированием, а не через создание новой платформы. Цель - усовершенствовать и сформировать «единую планировочную платформу и единую базу данных», поддерживающие подготовку, согласование, изменение и надзор за планами по всему жизненному циклу (рис.3). На всех административных уровнях общий модуль взаимосвязи будет обеспечивать единую регистрацию интерфейсов, аутентификацию, авторизацию, сервисы и мониторинг, усиливать оперативную связь и поддерживать единое управление на уровнях города, района, улицы и поселка. Между муниципальными ведомствами будет задействована городская платформа взаимосвязи правительственной информации, платформа обмена государственными данными и публичная открытая платформа данных для улучшения межсистемной взаимосвязи и информационного обмена.

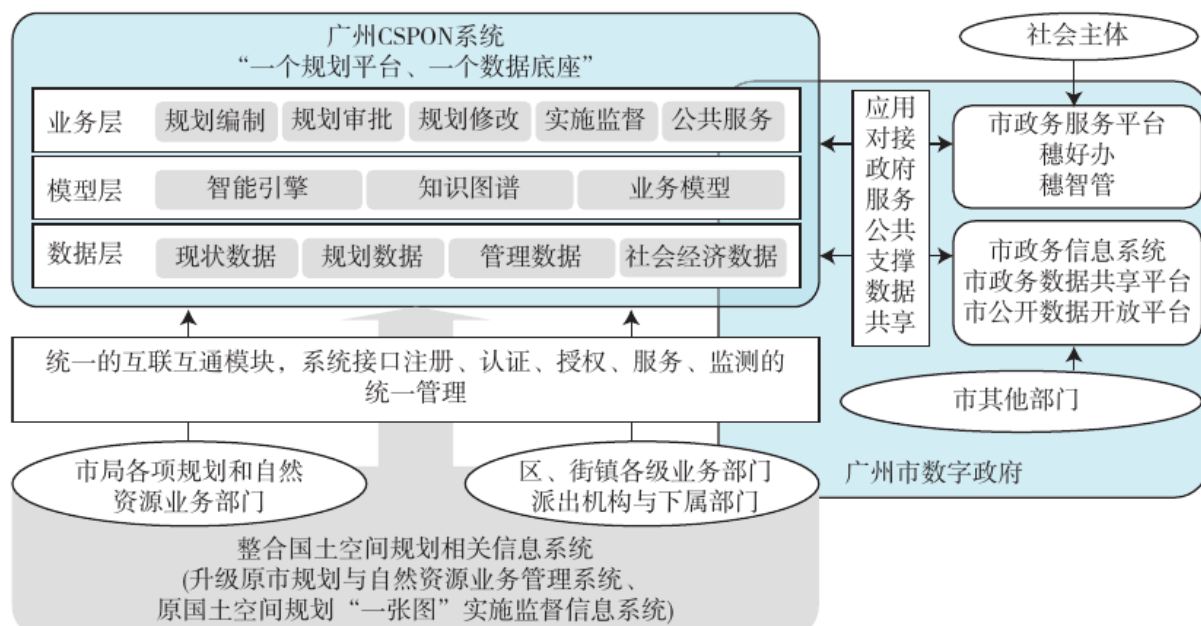


Рис.3 Создание системы CSPON в Гуанчжоу содействует реализации «единой планировочной платформы и единой базы данных»

3.2 Усиление управления данными для устранения проблем качества и обмена, а также обеспечения надежности

Своевременность, точность и достоверность CSPON зависят от сильного управления данными. Гуанчжоу усиливает три направления. Во-первых, он готовит стандарты и руководства управления данными текущего состояния и планировочными данными - их сбором, упорядочением, построением, проверкой, сведением и обновлением, повышая точность и частоту получения данных. Во-вторых, создаются эффективные механизмы управления, динамического сопровождения и контроля качества; продвигается циркуляция экономических, социальных, статистических и других межведомственных данных; усиливается агрегирование и внесение пространственно-временных больших данных в базы. В-третьих, укрепляется безопасность сетей и данных, совершенствуется обработка конфиденциальной пространственной информации, обеспечиваются доверенное распространение, контролируемое использование и прослеживаемость всего процесса обращения секретной информации (рис.4).

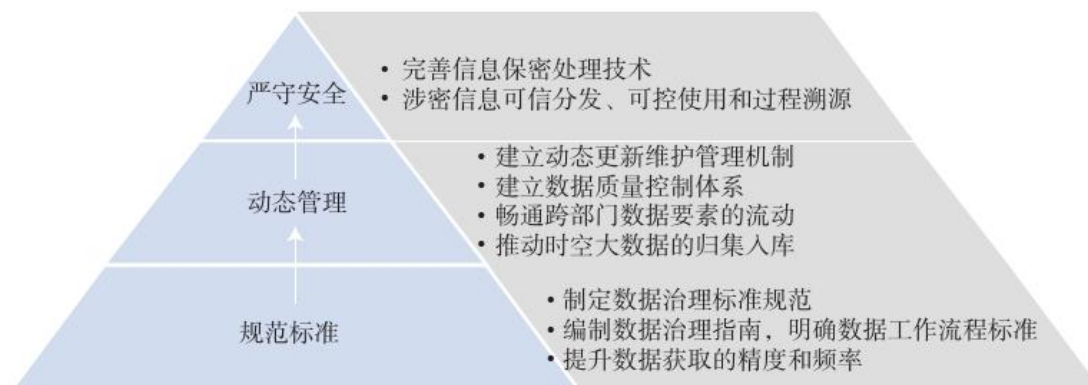


Рис.4 Путь усиления управления данными в системе CSPON Гуанчжоу

3.3 Инвестиции вокруг реальных операционных потребностей и приоритет применимых моделей умного управления

Исходя из четырех основных функций - обеспечения безопасности ресурсов, оптимизации структуры территориального пространства, содействия зеленому и низкоуглеродному развитию, а также защиты прав на ресурсные активы^[54], - Управление Гуанчжоу последовательно развивает модели умного управления, продвигает демонстрационные интеллектуальные инструменты на городском и районном уровнях и постепенно формирует локально-специфичный набор моделей точного, эффективного и низкзатратного территориального планирования и управления.

3.3.1 Ответ на операционные потребности обеспечения ресурсной безопасности

В Гуанчжоу уже сформированы относительно зрелые модели мониторинга «трех зон и трех контрольных линий», охраны пахотных земель, низковысотного мониторинга «Eagle Eye» и голографического пространственно-временного мониторинга наземных угроз. На примере мониторинга трех зон и трех линий разработана модель оценки землепользования, сочетающая дистанционное зондирование и искусственный интеллект; она ежегодно проверяет строительную деятельность по проектам, не прошедшим согласование, и обеспечивает соответствие городского и сельского строительства требованиям трех зон и трех линий. В сфере охраны пахотных земель фундаментальная модель интерпретации природных ресурсов, глубокое обучение, модель мониторинга незаконного занятия и анализ связи многоканальных данных усиливают действующую систему мониторинга пахотных земель, позволяя через интеллектуальную интерпретацию снимков дистанционного зондирования рано выявлять и рано устранять случаи незаконного занятия. На примере низковысотного мониторинга «Eagle Eye» на базе проекта трехмерной реалистичной сцены Гуанчжоу сформирована низковысотная сеть дроновых портов для правительственных инспекционных обходов; оперативная передача данных и AI-модели обработки обеспечивают автоматическое выявление изменений объектов, почасовое обнаружение целевых объектов и передачу подсказок, технически позволяя обеспечить полное покрытие всей территории в течение семи дней. Модели идентификации источников риска и сопряженные модели комплексной оценки и раннего предупреждения усиливают мониторинг наземных угроз в условиях голографической пространственно-временной интеграции и повышают способность выявлять риски геологических угроз и динамически их отслеживать.

3.3.2 Ответ на операционные потребности оптимизации структуры территориального пространства

На основе существующей структуры территориального пространства Управление Гуанчжоу, с одной стороны, организует разработку комплексных моделей оценки покрытия общественных услуг, пешеходной доступности и функционального соответствия, улучшая оснащенность и модернизацию общественных услуг; с другой - продвигает более научные комплексные модели оценки транспортной доступности и землепользования, помогающие определить границы городского развития, направлять оптимизацию пространственной структуры и точное размещение ресурсов. Более зрелые применения сформированы в оценке жизненных кругов и уровня взаимодействия транспорта и территориального пространства. Например, создан сценарий мониторинга и оценки координации доступности автобусного обслуживания и территориального развития: он усиливает мониторинг строительства и оптимизации региональной общественной транспортной инфраструктуры, уделяет внимание доступности разных видов общественного транспорта со стороны потребностей жителей, сочетает землепользование и строит соответствующие показатели доступности и пропускной способности для комплексной оценки транспортных связей и уровня координации. Это

Опыт Гуанчжоу по построению CSPON: задачи формирования, системное решение и практические подходы муниципальной сети позволяет оптимизировать структуру дорожной сети и направления магистралей, совершенствовать транспортную сеть, повысить эффективность городских поездок на работу и логистики и стимулировать высококачественное развитие территориального пространства.

3.3.3 Ответ на операционные потребности зеленого и низкоуглеродного развития

В условиях перехода к строительству экологической цивилизации Управление Гуанчжоу одновременно ищет сценарии зеленого и низкоуглеродного развития на начальном этапе построения системы индикаторов оценки высококачественного развития и на конечном этапе мониторинга текущего состояния зеленых экологических пространств. В общей оценке на основе Целей устойчивого развития ООН разработана локализованная система индикаторов устойчивого развития; 17 целей устойчивого развития встроены в систему мониторинга реализации планов высококачественного развития Гуанчжоу, направляя устойчивую охрану и использование территориального пространства. В конкретной охране зеленых экологических пространств оперативный мониторинг лесных ресурсов объединяет выявление рубок, анализ пожаров и многоканальную связь в визуализированную платформу «умного лесничего», поддерживая охрану лесов и экологическое восстановление.

3.3.4 Ответ на операционные потребности защиты прав на ресурсные активы

Сценарии применения отвечают потребностям активизации существующих земель, интеграции информации об активах, охраны исторического города и цифрового согласования. Гуанчжоу создал базу данных и систему оценки неэффективно используемых земель государственных предприятий; быструю модель пространственной связи «человек - домохозяйство - здание - жилье - земля - предприятие», поддерживающую единое управление и точное позиционирование; а также практические инструменты инвентаризации резервируемых земель и зданий, анализа жилищной застройки и маркировки проблем. 3D-модуль «умного исторического города» использует проверку контрольных линий, анализ реставрации и модели исторических изменений, чтобы повысить уровень охраны и снизить незаконный ущерб. Модернизированное цифровое согласование включает автоматический анализ соответствия, визуальных коридоров и высотных ограничений, создавая сценарные рабочие процессы, повышающие эффективность согласования инженерного планирования, строительства и управления.

4 Заключение и обсуждение

Уточняя логику и задачи муниципальной сети мониторинга реализации территориального пространственного планирования, исследование выделяет четыре ключевых направления: вертикально связанную передачу информации и индикаторов; горизонтально связанную операционную координацию и обмен данными; динамическое оперативное восприятие и мониторинг; практические модели умного управления. Как ранний пилот, Гуанчжоу использует CSPON для решения проблем прежней системы «единой карты»: сложности получения данных по индикаторам, недостаточной поддержки высокочастотных операций и фрагментированности систем. Ориентируясь на реализацию и практическое применение, город исследовал передовые технологии и сценарии для ресурсной безопасности, пространственной оптимизации, зеленого развития и прав на ресурсные активы.

Тем не менее строительство CSPON требует высококачественных данных, значительных бюджетных средств и продолжения поисковой работы. Данные рассредоточены, неоднородны по качеству, их сложно или дорого получать; это может снижать своевременность и точность оценки. Часть технологических исследований еще недостаточно связана с реальной

операционной работой, поэтому не всегда повышает производительность и мотивацию сотрудников. Теоретическая и практическая системы CSPON все еще формируются; пилоты запущены недавно и различаются по приоритетам; базовые стандарты остаются не вполне ясными; система Гуанчжоу пока также не достигла зрелости.

Дальнейшая работа должна согласовать административную и техническую цепочки, синхронизировать управленческие и технологические инновации. Во-первых, существующие системы «единой карты» следует модернизировать и интегрировать с управлением жизненным циклом планирования и строительства, а также с инструментами технической экспертизы, чтобы выстроить замкнутый системный цикл пространственного планирования «подготовка - реализация - надзор - обновление», отвечающий реальным операционным потребностям. Во-вторых, необходимо повысить способность управления данными: создать эффективный механизм получения данных, продвинуть агрегирование и внесение пространственно-временных больших данных в базы, укрепить пространственную основу трехмерной реалистичной сцены, совершенствовать интегрированное управление данными людей, домохозяйств, зданий, земель и предприятий, чтобы поддерживать динамический мониторинг и оценку реализации территориального пространственного планирования. В-третьих, при построении сценариев применения, тесно связанных с операционными потребностями мониторинга реализации планов, следует придерживаться базовой ценностной ориентации гармонии человека и земли, баланса охраны и использования, ограничений и развития^[65], обеспечивая научную поддержку решений для эффективного распределения ограниченных ресурсов и высококачественного социально-экономического развития.

Строительство CSPON - важный инструмент, ведущий цифровую трансформацию территориального пространственного управления и повышающий модернизацию системы и способности управления территориальным пространством; это также важная инфраструктура цифрового управления «Прекрасным Китаем» и зеленой, умной, цифровой экологической цивилизации. Завершение этой работы будет иметь эпохальное значение для реализации стратегии «Цифровой Китай». Однако CSPON является огромным и сложным системным проектом, который невозможно завершить одномоментно; он требует многостороннего сотрудничества и постоянного поискового совершенствования.

Примечания

- ① Имеются в виду публикации по территориальному пространственному планированию, найденные по ключевым словам «надзор за реализацией планов», «мониторинг реализации планов», «надзор за реализацией территориального пространственного планирования на базе 'единой карты'», «мониторинг территориального пространственного планирования» и «надзор за реализацией 'единой карты'».
- ② Временное положение о передаче и уступке права пользования государственными городскими землями (1990); Решение ЦК КПК по ряду вопросов совершенствования социалистической рыночной экономической системы (1993).
- ③ Решение ЦК КПК по ряду важных вопросов всестороннего углубления реформ (2013); Национальный план новой урбанизации (2014-2020) и Уведомление о запуске пилотной работы по интеграции нескольких планов в городах и уездах (2014).
- ④ Мнения ЦК КПК и Государственного совета о создании системы территориального пространственного планирования и надзора за ее реализацией (2019).

- ⑤ В плане законодательной работы Министерства природных ресурсов на 2024 г. предусмотрены исследования и подготовка проекта Закона о территориальном пространственном планировании.

Список литературы

- [1] General Office of the Ministry of Natural Resources. Рабочая программа строительства Национальной сети мониторинга реализации территориального пространственного планирования (2023-2027) [R]. 2023-09-05.
- [2] LUO Ya, WU Hongtao, ZHANG Yunyi, et al. Пути создания сети мониторинга реализации территориального пространственного планирования в условиях цифрового управления [J]. Planners, 2024, 40(3): 7-13. (на кит. яз.)
- [3] WANG Xiaoli, HU Yecui, NIU Shuai, et al. Построение системы индикаторов мониторинга и оценки реализации территориального пространственного планирования [J]. China Land, 2024(2): 32-35. (на кит. яз.)
- [4] CAO Chunhua, LU Tao, LI Peng, et al. Мониторинг, оценка и раннее предупреждение в территориальном пространственном планировании: содержание, задачи и техническая рамка [J]. Urban Planning Forum, 2022(6): 88-94. (на кит. яз.)
- [5] HUANG Yijing, ZHANG Shanqi, LIN Yun, et al. Создание и практика муниципальной системы мониторинга реализации: Нинбо [J]. Journal of Natural Resources, 2024, 39(4): 823-841. (на кит. яз.)
- [6] ZHAN Meixu, WANG Long, WANG Jianjun. Мониторинг, оценка и раннее предупреждение для территориального пространственного планирования Гуанчжоу [J]. Planners, 2020, 36(2): 65-70. (на кит. яз.)
- [7] SUN Shiwen. Базовые исследования надзора за реализацией территориального пространственного планирования [J]. Urban Planning Forum, 2024(2): 12-17. (на кит. яз.)
- [8] HOU Jingxuan, PAN Haixia, LUO Jie. Содержание и перспективы строительства CSPON [J]. Planners, 2024, 40(3): 1-6. (на кит. яз.)
- [9] JIN Annan, HUA Wenjing, ZHU Jia. Оперативная «диагностика» историко-культурной охраны: Сиань [C]//Annual National Planning Conference 2023, 2023. (на кит. яз.)
- [10] LÜ Yiping, ZHAO Min. Законодательная перспектива, правовой порядок и системная координация Закона о территориальном пространственном планировании [J]. City Planning Review, 2023, 47(3): 28-37. (на кит. яз.)
- [11] WANG Jun, CHEN Xi. Западные механизмы оценки планирования: понятия, содержание, эволюция методов и значение для Китая [J]. Urban Planning International, 2011, 26(6): 78-83. (на кит. яз.)
- [12] ZHANG Jikang, LUO Ganghui, QIAN Jing. Подходы к надзору за реализацией территориального пространственного планирования Шэньчжэня [J]. Urban and Rural Planning, 2019(6): 47-54. (на кит. яз.)
- [13] ZHOU Yilin, QIU Kaifu, LIU Jing. Надзор за реализацией на провинциальном уровне с точки зрения модернизации управления [J]. Planners, 2022, 38(8): 45-51. (на кит. яз.)
- [14] ZENG Yuanwu, SHI Jingwen, LUO Hongming, et al. Информационная система надзора за реализацией на уровнях провинция - город - уезд: Гуандун [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2022(4): 145-148. (на кит. яз.)
- [15] JIN Zhongmin, CHEN Lin, TAO Yingsheng. Мониторинг реализации генерального территориального пространственного плана мегаполиса: Шанхай [J]. Shanghai Urban Planning Review, 2019(4): 9-16. (на кит. яз.)
- [16] WAN Xian, YU Ruilin, YU Xiaomin, et al. Мониторинг и оценка основных функциональных зон на основе данных переписи географических условий [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2015, 24(3): 358-363. (на кит. яз.)
- [17] ZHONG Zhentao, ZHANG Honghui, LIU Geng, et al. Система моделей мониторинга, оценки и раннего предупреждения для надзора за реализацией [J]. Journal of Natural Resources, 2022, 37(11): 2946-2960. (на кит. яз.)

- [18] LIU Chunshan, ZENG Yuanwu, LUO Hongming, et al. Интеграция морских данных в системе «единой карты» территориального пространственного планирования Гуандуна [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2022(6): 154-157. (на кит. яз.)
- [19] DONG Yunhao, LI Changfeng, GAO Yujia. Создание подсистемы надзора за реализацией: шанхайский планировочный cockpit [J]. Shanghai Urban Planning Review, 2022(4): 43-48. (на кит. яз.)
- [20] NIU Xinyi, LI Kaike. Мониторинг реализации планирования агломерации через межгородские функциональные связи [J]. Resources Science, 2021, 43(2): 380-389. (на кит. яз.)
- [21] YI Zheng, LENG Bingrong, WANG Fang, et al. Данные для мониторинга реализации генерального плана города с человекоцентричной перспективы [J]. Planners, 2018, 34(2): 55-60. (на кит. яз.)
- [22] LI Mingyue, ZHOU Xiaohang, ZHOU Yilin. Системы индикаторов мониторинга реализации муниципальных и уездных планов: Гуандун [J]. City Planning Review, 2022, 46(6): 57-67. (на кит. яз.)
- [23] XU Jiaming. Эволюция пространственного планирования с точки зрения реформы отношений центр - места [J]. City Planning Review, 2023, 47(4): 101-114. (на кит. яз.)
- [24] TIAN Li, XIA Jing. Права на развитие земли и территориальное пространственное планирование: логика управления, политические инструменты и практика [J]. Urban Planning Forum, 2021(6): 12-19. (на кит. яз.)
- [25] LIN Jian, ZHAO Ye. Территориальное пространственное управление и координация центр - места: перспектива «регион - фактор» [J]. Journal of Renmin University of China, 2022, 36(5): 36-48. (на кит. яз.)
- [26] ZHUANG Shaoqin. Логика пространственного планирования в новую эпоху [J]. China Land, 2019(1): 4-8. (на кит. яз.)
- [27] ZHUANG Shaoqin, ZHAO Xingshuo, LI Chenyuan. Измерения и человеческая теплота территориального пространственного планирования [J]. City Planning Review, 2020, 44(1): 9-13. (на кит. яз.)
- [28] WANG Wei, LIU Ze, LIN Yuxian, et al. От «единой карты» территориального пространственного планирования к «единой сети» CSPON: академический форум [J]. Beijing Planning Review, 2024(1): 52-65. (на кит. яз.)
- [29] DANG Anrong, TIAN Ying, LI Juan, et al. Развитие и перспективы умного управления территориальным пространственным планированием в Китае [J]. Science & Technology Review, 2022, 40(13): 75-85. (на кит. яз.)
- [30] ZHEN Feng, ZHANG Shanqi, QIN Xiao, et al. От информационного наделяния возможностями к комплексному: умное территориальное пространственное планирование [J]. Journal of Natural Resources, 2019, 34(10): 2060-2072. (на кит. яз.)
- [31] General Office of the Ministry of Natural Resources. Уведомление о развертывании пилотного строительства CSPON (Natural Resources Office Letter [2023] No. 2432) [N]. 2023-12-06.
- [32] HUANG Sheng, HE Zhengguo, MAO Haiya, et al. Управление данными для строительства CSPON: Гуанчжоу [J]. China Land, 2024(5): 20-24. (на кит. яз.)
- [33] HE Huagui. Практика ипоиск сценариев применения CSPON в Гуанчжоу [C]//2024 Symposium on New Technologies in Urban Planning. Urban Planning Society of China, 2024. (на кит. яз.)
- [34] LI Xiaohui, ZHAN Meixu, LI Fei, et al. Методы передачи требований муниципального территориального пространственного планирования, ориентированные на реализацию [J]. Journal of Natural Resources, 2022, 37(11): 2789-2802. (на кит. яз.)
- [35] HUANG Mei. Построение системы надзора за реализацией на основе теории игры планировочных полномочий [J]. Planners, 2019, 35(14): 53-57. (на кит. яз.)
- [36] WU Luwei, CUI Bei, MAO Yanling, et al. Проектирование и практика муниципальной информационной системы надзора за реализацией «единой карты»: Нанкин [J/OL]. Natural Resources Informatization, [2024-07-10]: 1-6. (на кит. яз.)
- [37] YU Wencheng, LI Xiaoye, GAO Na, et al. Практика создания «единой карты» территориального пространственного планирования Пекина [J]. Planners, 2020, 36(2): 59-64. (на кит. яз.)
- [38] Guangzhou Municipal Planning and Natural Resources Bureau. Пилотная рабочая программа строительства сети мониторинга реализации территориального пространственного планирования Гуанчжоу [R]. 2023.

- [39] HE Zhengguo, MAO Haiya, HUANG Sheng, et al. Общая рамка и метод построения цифрового территориального пространства Гуанчжоу [J]. Planners, 2023, 39(3): 36-43. (на кит. яз.)
- [40] Guangzhou Municipal People's Government. Процедурные положения о городском и сельском планировании Гуанчжоу [R]. 2019-11-14.
- [41] HUANG Fuxiang, LIN Hong, LIANG Bowen, et al. Проектирование и применение платформы управления большими данными территориального пространственного планирования Гуанчжоу [J]. Geotechnical Investigation & Surveying, 2023, 51(2): 55-59. (на кит. яз.)
- [42] XU Yisong, XIONG Jian, FAN Yu, et al. Практика и размышления о создании и надзоре за реализацией системы территориального пространственного планирования Шанхая [J]. Urban Planning Forum, 2020(3): 57-64. (на кит. яз.)
- [43] ZENG Jingjing, JIANG Daiwei, TANG Min, et al. Система надзора за реализацией территориального пространственного планирования полного жизненного цикла: Наньнин [J]. Natural Resources Informatization, 2023(6): 38-43. (на кит. яз.)
- [44] WANG Huiying, GUO Yadi, SHEN Jian, et al. Ключевые технологии информационной системы надзора за реализацией «единой карты» территориального пространственного планирования: Чандэ [J]. Natural Resources Informatization, 2024(4): 62-69. (на кит. яз.)
- [45] TANG Juan, GUO Huanhuan, MIAO Mengtian. Дифференцированное создание муниципальных и уездных систем надзора за реализацией «единой карты» в Чунцине [J/OL]. Natural Resources Informatization, [2024-11-21]: 1-7. (на кит. яз.)
- [46] HU Xin, WANG Xinyu, ZHONG Yanfei. Классификация дистанционных изображений высокого разрешения на основе адаптивной сети агрегации контекста [J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2023, 52(7): 1175-1186. (на кит. яз.)
- [47] WU Ziwei, JIN Bingbing, ZOU Lianzhao. Инновации и применение технологии обследования изменений земель после Третьего общенационального земельного обследования [J]. China Land, 2020(5): 44-46. (на кит. яз.)
- [48] WANG Shifu, WANG Xingping, MA Xiangming, et al. Перспективы морско-городской стратегии и пространственного планирования [J]. South Architecture, 2024(5): 1-13. (на кит. яз.)
- [49] ZHANG Youpeng, GONG Houcheng. Мониторинг морских акваторий и островов и его применение в районе Наньша [J]. Ocean Development and Management, 2023, 40(11): 26-30. (на кит. яз.)
- [50] HOU J, XU B, LI Z, et al. Block PS-InSAR ground deformation estimation for large-scale areas based on network adjustment [J]. Journal of Geodesy, 2021, 95: 111.
- [51] ZHA Jiuping, ZHANG Baocheng, LIU Teng, et al. BDS-3 PPP-B2b precise-orbit-aided undifferenced and uncombined PPP-RTK [J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2023, 52(9): 1449-1459. (на кит. яз.)
- [52] LIU Guochao, PENG Weiping, LIU Wei. Мониторинг геологических угроз в перспективе новых умных городов: Гуанчжоу [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2024(3): 162-167. (на кит. яз.)
- [53] LI G, DENG X, XU J, et al. An efficient and accurate convolution-based similarity measure for uncertain trajectories [J]. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2023, 12(10): 432.
- [54] BI Yufei, ZHANG Ji, LI Yang. Выявление и механизмы формирования системы городских общественных центров Дунгуаня на основе многоканальных данных [J]. Tropical Geography, 2023, 43(7): 1326-1338. (на кит. яз.)
- [55] LI Yazhou, ZHANG Ji, BI Yufei, et al. Распределение объектов общественного обслуживания при точном сопоставлении населения и объектов [J]. Planners, 2022, 38(6): 64-69. (на кит. яз.)
- [56] LIAO Shunyi. Оптимизация предложения жилого пространства в Гуанчжоу на основе данных Седьмой переписи населения [J]. Urban Construction Theory Research, 2023(35): 16-18. (на кит. яз.)
- [57] LIAO Shunyi. Данные и алгоритмы для высококачественного развития производственных цепочек [C]//2024 China Urban Planning Informatization Conference, 2024. (на кит. яз.)
- [58] CHENG Xiaohui, ZHAO Chuanbao, CHEN Jiaqi. Влияние антенных обтекателей на наблюдения GNSS и точность позиционирования [J]. Navigation Positioning and Timing, 2024, 11(1): 65-71. (на кит. яз.)
- [59] FAN X, LI G, LIN Z, et al. Experiences of deploying a citywide crowdsourcing platform to search for missing people with dementia [C]//Proceedings of the 30th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking. Washington, D.C., 2024.

Опыт Гуанчжоу по построению CSPON: задачи формирования, системное решение и
практические подходы муниципальной сети

- [60] ZHANG Ming, GUO Liang, ZHANG Shujun, et al. Создание и реализация системы цифрового двойника, интегрирующей GIS и игровой движок [J]. Geospatial Information, 2022, 20(5): 116-120. (на кит. яз.)
- [61] LIU Yang. Поиск и практика ключевых технологий CSPON в Гуанчжоу [C]//2024 Symposium on New Technologies in Urban Planning. Urban Planning Society of China, 2024. (на кит. яз.)
- [62] CHEN Zhanpeng, XIE Runhua. Институт обследования и проектирования городского планирования Гуанчжоу: создание «рынка пространственно-временных данных» для раскрытия потенциала больших данных [N/OL]. China Natural Resources News, [2024-04-16]. (на кит. яз.)
- [63] WANG Shifu. Размышления о построении моделей и методах в исследованиях умных городов [J]. Planners, 2012, 28(4): 19-23. (на кит. яз.)
- [64] ZHAO Miaoxi, WANG Shifu, LI Luying. Пространственные стратегии городов в информационном обществе: критическая рефлексия бума умных городов [J]. City Planning Review, 2014, 38(1): 91-96. (на кит. яз.)
- [65] DENG Xingdong, HAN Wenchao, HUO Ziwen. Рамка территориального пространственного управления на основе гармонии человека и земли: Гуанчжоу [J]. Urban Planning Forum, 2022(2): 47-53. (на кит. яз.)

Переработано: октябрь 2024 г.