

Строительство центров обработки данных и стратегии пространственного планирования с точки зрения развития новых качественных производительных сил

Сюй Су, Чжао Мин

Аннотация: Центры обработки данных как важнейший вид новой инфраструктуры имеют существенное значение для поддержки национальных стратегий и углубленной интеграции реальной и цифровой экономики. В статье с позиции новых качественных производительных сил рассматриваются тенденции размещения центров обработки данных и предпочтения при выборе площадок, а также их связь с планированием и строительством новых городов и новых районов. Строительство ЦОД требует значительных ресурсов - электроэнергии, воды и земли, а также устойчивости технологических сервисов и удобного доступа для прямых и косвенных пользователей. Гипермасштабные ЦОД, как правило, предпочитают регионы с низкими издержками и благоприятными условиями естественного охлаждения, что снижает эксплуатационные расходы; крупные и средние ЦОД тяготеют к городам и экономическим зонам, близким к основным рынкам, чтобы сократить задержки передачи данных; малые ЦОД обладают высокой гибкостью размещения. Как показывают отечественные и зарубежные примеры, ЦОД часто размещаются на периферии крупных городов под воздействием совокупности факторов: пользовательских рынков, географической среды, сетевой инфраструктуры, фискальной политики и мер предотвращения бедствий. Новые города и новые районы как основные носители размещения ЦОД не только соответствуют критериям выбора площадок, но и способствуют формированию региональных функций и развитию новых качественных производительных сил.

Ключевые слова: новые качественные производительные силы; новая инфраструктура; центры обработки данных; новые города и новые районы; стратегии планирования

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

DOI: 10.16361/j.urpf.202501005; номер статьи: 1000-3363(2025)01-0034-06

Сведения об авторах: Сюй Су - доцент кафедры ландшафтного планирования и проектирования Восточно-Китайского университета науки и технологии, научный руководитель магистрантов. Email: xusutju@126.com; Чжао Мин - профессор, научный руководитель докторантов Колледжа архитектуры и городского планирования Университета Тунцзи, Ключевой лаборатории интеллектуальных технологий территориально-пространственного планирования Министерства природных ресурсов; автор для корреспонденции. Email: zhaomin@tongji.edu.cn.

Финансирование: проект Шанхайской программы философских и социальных наук «Исследование функционального позиционирования и путей оптимизации строительства новых городов в мегаполисах» (№ 2023ВСК009).

Новые качественные производительные силы - это производительные силы, движимые углубленным применением новых технологий и характеризующиеся быстрым появлением новых отраслей, новых форм бизнеса и новых моделей, что далее формирует новые социальные производственные отношения и институциональные системы^①. Их развитие связано с городским планированием многоуровневой логикой: необходимы инновации в городском пространстве, создающие мощную пространственную опору, а также инновации в цифрово-

Строительство центров обработки данных и стратегии пространственного планирования с точки зрения развития новых качественных производительных сил интеллектуальных технологиях, которые постепенно порождают новые качественные производительные силы в городских районах^[1-3]. Центры обработки данных являются ключевым звеном производственной цепочки цифровой экономики; они не только важная часть новой инфраструктуры, но и проявление и опорная точка новых качественных производительных сил, играющая критически важную роль в развитии глобальной инновационной экономики. По мере технологического обновления предприятий и углубления исследований и применения искусственного интеллекта большие данные как новый фактор производства все заметнее вносят вклад в экономический рост. Кроме того, в сферах интеллектуального государственного управления и городского менеджмента растет спрос на высокопроизводительные вычисления, что дополнительно расширяет потребность в центрах обработки данных. В мировом масштабе такие технологические гиганты, как Microsoft, Google и Amazon, инвестируют десятки миллиардов долларов в строительство новых ЦОД; компания Илона Маска также недавно вложила значительные средства в создание суперкомпьютерного центра в Мемфисе мощностью порядка 100 000 ускорителей и объявила о запуске одного из самых мощных в мире кластеров обучения ИИ.

Стратегическое размещение Китая в глобальной конкуренции за строительство центров обработки данных связано с тем, сможет ли страна занять лидирующие позиции в эпоху искусственного интеллекта. На национальном уровне политика прошла путь от поддержки отдельных центров обработки данных к созданию специализированных органов, а затем к реализации системного стратегического планирования, что демонстрирует высокое внимание к строительству ЦОД и решимость продвигать его комплексно. В июле 2024 г. Третий пленум ЦК КПК 20-го созыва принял «Решение ЦК КПК о дальнейшем всестороннем углублении реформ и продвижении китайской модернизации», где прямо предложено «создать систему планирования и стандартов новой инфраструктуры и усовершенствовать механизм ее интегрированного использования». Под воздействием политики новой инфраструктуры в новую эпоху пространственное размещение и научное планирование ЦОД имеют стратегическое значение. Цель данной статьи - проанализировать тенденции размещения центров обработки данных, исследовать факторы выбора площадок и обсудить их связь с планированием и строительством новых городов и новых районов; с точки зрения предложения это помогает оптимизировать новые производственные отношения и формировать новые локационные преимущества для высококачественного развития^[4].

1 Новая инфраструктура: инфраструктура для новых качественных производительных сил

1.1 Характеристики центров обработки данных как новой инфраструктуры

Инфраструктура обычно понимается как совокупность необходимых обществу услуг, общественных объектов и физических систем, включая транспортные сети, электроснабжение и водное хозяйство. Эти объекты обеспечивают нормальное течение повседневной жизни и экономической деятельности, являются основой функционирования общества и обладают такими свойствами, как долговечность, капиталоемкость, публичность и сетевой характер. В цифрово-интеллектуальную эпоху ученые предложили концепцию «городского мозга» как базовой составляющей городской инфраструктуры^[5]. ЦОД как новая инфраструктура цифрово-интеллектуальной эпохи, помимо свойств традиционной инфраструктуры, имеют несколько заметных особенностей. Во-первых, они ориентированы на обработку информации и применение технологий, предоставляя услуги, выходящие за рамки традиционной физической формы. Во-вторых, быстрое развитие технологий требует непрерывной модернизации систем ЦОД, причем темпы обновления намного выше, чем у традиционной инфраструктуры. В-третьих,

Строительство центров обработки данных и стратегии пространственного планирования с точки зрения развития новых качественных производительных сил функционирование ЦОД зависит от значительных объемов электроэнергии, а их энергопотребление и потребности в охлаждении оказывают заметное воздействие на окружающую среду. В-четвертых, эффективность функций ЦОД в высокой степени зависит от стабильного и быстрого сетевого подключения; качество сети напрямую влияет на результат и эффективность услуг.

Кроме того, выбор площадки для строительства ЦОД существенно отличается от выбора места для традиционной инфраструктуры или обычного предприятия из-за сложных сервисных требований и множественности вовлеченных сторон. Как ядро цифровой инфраструктуры, ЦОД обслуживают широкий круг клиентов, включая государство и предприятия, а также связаны с множеством субъектов - инвесторами, строителями, операторами и разработчиками моделей (рис. 1). Разнообразие клиентов и их потребностей прямо и косвенно влияет на функциональную конфигурацию и выбор места строительства ЦОД. Поэтому размещение и выбор площадки должны не только отвечать собственным требованиям ЦОД к затратам, среде и технологиям, но и обеспечивать удобный доступ для местных и международных пользователей.



Рис.1 Субъекты, участвующие в строительстве центров обработки данных и выборе площадки

1.2 Строительство центров обработки данных и активное государство с позиции новых качественных производительных сил

Развитие новых качественных производительных сил опирается не только на свободную конкуренцию эффективного рынка, стимулирующую технологические инновации и повышение эффективности, но и на своевременную поддержку активного государства, необходимую для преодоления внешних эффектов и инфраструктурных ограничений новой инфраструктуры^[6]. Базовые инфраструктурные свойства новой инфраструктуры также означают, что государство не может уклоняться от своей конечной ответственности только потому, что ее развитие в высокой степени рыночно и приватизировано^[7-8].

Со стороны предложения центры обработки данных уже сталкивались с ограничениями выбора площадок и энергопотребления в городах первого уровня^[9]. Хотя Китай добился заметных успехов в строительстве цифровой инфраструктуры, противоречие между спросом и предложением сохраняется. Такие сверхкрупные города, как Шанхай и Пекин, неоднократно

Строительство центров обработки данных и стратегии пространственного планирования с точки зрения развития новых качественных производительных сил корректировали политику предложения ЦОД: это, с одной стороны, отражает вызовы строительства ЦОД в условиях все более дефицитных ресурсов мегаполисов, а с другой - показывает, что городские управленцы все глубже осознают значение ЦОД для технологического, экономического и социального развития. Активное государство может с помощью оптимизации размещения ЦОД и выбора площадок разрешать противоречия пространственных ресурсов. Сочетание стратегических действий государства и эффективных рыночных механизмов является ключом к устойчивому развитию цифровой экономики и новых качественных производительных сил.

2 Обзор размещения центров обработки данных в Китае и критерии выбора площадок

2.1 Обзор размещения центров обработки данных в Китае

В 2022 г., реагируя на высокий спрос на вычислительные мощности в восточных регионах при одновременных ограничениях энергопотребления и высокой стоимости электроэнергии, Государственный комитет по развитию и реформам совместно с другими ведомствами полностью запустил межрегиональный проект перераспределения ресурсов «Восточные данные - западные вычисления». Планировалось сформировать восемь национальных вычислительных хабов в регионах Пекин-Тяньцзинь-Хэбэй, дельта Янцзы, Большой залив Гуандун - Гонконг - Макао, Чэнду - Чунцин и др., а также десять вычислительных кластеров, включая Чжанцзякоу, Уху и Хорингер. Кроме того, Гуйань, Янцюань, Уланчаб, Чжунвэй и Карамай называют «пятью городами центров обработки данных Китая». В динамике времени в 2018 г. китайские ЦОД в основном концентрировались в восточных прибрежных районах и ключевых городах, таких как Пекин, Шанхай, Гуанчжоу и их окрестности; в центральных, западных и северных районах их было меньше^[9]. В настоящее время свыше 65% объектов ЦОД сосредоточены в трех крупнейших городских агломерациях, что соответствует концентрации корпоративных штаб-квартир, финансовых и интернет-компаний. К 2024 г. эта концентрация стала еще более очевидной. Согласно анализу ROI-данных на конец сентября 2024 г. (ключевые слова «центр обработки данных» и «центр больших данных»), по числу ЦОД доля Гуандуна, Пекина, Шанхая и Цзянсу превышает одну треть (35,88%), что указывает на высокую концентрацию распределения по провинциям. На уровне городов ЦОД сосредоточены преимущественно в городах первого уровня и экономически развитых районах: 20 городов, включая Пекин, Шанхай, Гуанчжоу и Шэньчжэнь, занимают 38,14% национального рынка. Это показывает связь между размещением ЦОД и уровнем экономического развития (табл. 1).

Табл.1 Первые 20 городов по числу центров обработки данных и их провинции

Строительство центров обработки данных и стратегии пространственного планирования с точки зрения развития новых качественных производительных сил

排名	城市	数据中心数量 / 个	所在省或直辖市	市场份额 / %	至最近地级市驻地中心的平均距离 / m
1	北京市	114	北京	8.61	19 275
2	上海市	102	上海	7.70	19 126
3	广州市	63	广东	4.76	20 287
4	深圳市	37	广东	2.79	15 772
5	武汉市	35	湖北	2.64	19 057
6	天津市	31	天津	2.34	23 155
7	重庆市	31	重庆	2.34	30 568
8	杭州市	28	浙江	2.11	20 050
9	东莞市	21	广东	1.59	17 028
10	苏州市	21	江苏	1.59	26 737
11	成都市	20	四川	1.51	22 405
12	廊坊市	18	河北	1.36	13 881
13	沈阳市	17	辽宁	1.28	10 228
14	郑州市	17	河南	1.28	19 906
15	佛山市	17	广东	1.28	17 095
16	张家口市	15	河北	1.13	54 935
17	青岛市	15	山东	1.13	33 286
18	大连市	15	辽宁	1.13	18 032
19	南京市	14	江苏	1.06	16 635
20	济南市	14	山东	1.06	20 511
	合计	645		48.69	21 898.45(平均)

注：“至最近地级市驻地中心的平均距离/m”由地级市范围内的数据中心 POI 至所在地级市驻地地点估算得出

2.2 Критерии выбора площадок для строительства центров обработки данных

Размещение ЦОД представляет собой сложный и многомерный процесс принятия решений, включающий экономические, экологические, технологические и социальные факторы^[10-11]. При заданном макроразмещении ключевая цель выбора площадки состоит в том, чтобы посредством оптимизации использования ресурсов, контроля затрат и управления рисками обеспечить долгосрочную эффективность и устойчивую эксплуатацию ЦОД.

2.2.1 Соответствующая политика и стандарты

В области планирования и строительства ЦОД уже принят ряд политических документов. Например, «Руководящие мнения о размещении строительства центров обработки данных», опубликованные Министерством промышленности и информатизации в 2013 г., выдвинули требования рационального выбора площадок, долгосрочного планирования и обоснованного размещения; «Руководящие мнения о дальнейшем усилении энергосбережения и сокращения выбросов в отрасли связи» установили, что показатель эффективности энергопотребления (PUE) новых ЦОД должен быть ниже 1,4. В 2015 г. Министерство промышленности и информатизации

Строительство центров обработки данных и стратегии пространственного планирования с точки зрения развития новых качественных производительных сил включило услуги ЦОД в категорию IDC в «Каталоге классификации телекоммуникационных услуг (редакция 2015 г.)» и уточнило требования к доступу на рынок. В 2015 г. Госсовет опубликовал «План действий по продвижению развития больших данных», предложив интегрировать разрозненные ресурсы ЦОД для повышения эффективности обработки данных. В сфере стандартизации национальный стандарт «Нормы проектирования центров обработки данных» (GB 50174-2017) детально определил конкретные микролокационные требования к электроснабжению, связи, среде и другим условиям ЦОД.

2.2.2 Критерии выбора площадки для ЦОД

Согласно существующим исследованиям, размещение ЦОД должно следовать четырем принципам: ориентации на спрос, ориентации на затраты, операционной среды и безопасности^[12]. В данной статье они обобщены в три основных измерения - ориентация на спрос, ориентация на затраты и ориентация на управление рисками; соответственно раскрываются критерии выбора площадки для строительства ЦОД.

(1) Ориентация на спрос. Ориентация на спрос подчеркивает прямое влияние рыночного спроса и технологических требований на выбор места строительства ЦОД. Развитие информационных технологий повысило требования к скорости и эффективности обработки данных; ЦОД необходимо располагать близко к магистральным сетям и основным группам пользователей, чтобы снижать задержки и повышать скорость отклика. Качество оптоволоконного подключения, доступность сетевых услуг и пропускная способность передачи данных также являются важными факторами, особенно для приложений, требующих обработки высокоактуальных данных в реальном времени; разумный выбор географического положения здесь крайне важен.

(2) Ориентация на затраты. Ориентация на затраты фокусируется на экономической эффективности выбора площадки ЦОД и охватывает как первоначальные капитальные затраты, так и долгосрочные эксплуатационные расходы. Стоимость земли и строительных материалов влияет на начальные затраты; цены и стабильность электроэнергии, климатическая среда, возможность высокоскоростного интернет-доступа, доступность сервисов и транспортная удобность влияют на долгосрочные расходы. Энергопотребление, особенно эффективность электроснабжения и охлаждения, существенно влияет на эксплуатационные затраты; при подходящих климатических условиях применение естественного охлаждения эффективно снижает энергопотребление. Национальная и региональная политика и регулирование также значительно влияют на затраты: например, китайская политика «новой инфраструктуры» предусматривает поддержку ЦОД землей, энергией и финансами; США и Европа стимулируют строительство налоговыми льготами или субсидиями; рост ЦОД в Индии и других странах также поддерживается налоговыми стимулами.

(3) Ориентация на управление рисками. Ориентация на управление рисками сосредоточена на оценке потенциальных экологических и политико-правовых рисков при выборе площадки, что тесно связано с важнейшими функциями аварийного резервирования ЦОД. Экологические риски включают риски природных бедствий в регионе - землетрясений, наводнений и климатических катастроф. В процессе выбора необходимо также уделять особое внимание качеству окружающей среды и избегать сильно загрязненных районов. Стабильность национальной и региональной политики, полнота правовой системы и политика информационной безопасности также являются факторами, которые необходимо учитывать и управлять ими при выборе площадки ЦОД.

Строительство центров обработки данных и стратегии пространственного планирования с точки зрения развития новых качественных производительных сил

В целом решение о выборе площадки ЦОД должно комплексно учитывать доступ к рынку услуг, природные условия, инфраструктуру, энергоснабжение, политическую среду, строительные и эксплуатационные затраты, а также управление рисками. В совокупности ЦОД тяготеют к районам с низкой ценой электроэнергии, достаточным энергоснабжением, благоприятным климатом и низким риском природных бедствий. В то же время по мере развития облачных вычислений, больших данных и разнообразия сценариев применения ЦОД их функции и масштабы будут продолжать изменяться, что делает выбор площадок все более сложным.

2.2.3 Предпочтения разных типов центров обработки данных при выборе площадок

ЦОД можно классифицировать по различным основаниям, включая целевые группы обслуживания и масштаб. По масштабу они делятся на гипермасштабные, крупные и малые/средние ЦОД; по объектам обслуживания - на национальные ЦОД, интернет-ЦОД и корпоративные ЦОД; по модели эксплуатации - на собственные и колокационные (хостинговые) ЦОД. См. табл. 2.

Табл.2 Классификация центров обработки данных и анализ чувствительности к различным факторам выбора площадки

	类别	特征	需求导向	成本导向	风险管理导向
处理规模	超大型数据中心 (HDC)	规模大于 10 000 个标准机架的数据中心	★	★★★	★★★
	大型数据中心 (LDC)	规模介于 3000—10 000 个标准机架的数据中心	★★	★★	★★
	中小型数据中心 (SME-DC)	规模小于 3000 个标准机架的数据中心	★★★	★	★★★
服务对象	国家数据中心 (NDC)	由政府投资建设的公共服务数据中心	★	★★★	★★★
	互联网数据中心 (IDC, 也称托管数据中心)	由 IDC 服务商搭建, 向客户提供互联网基础平台服务及各种增值服务的数据中心	★★	★★	★★
	企业数据中心 (EDC, 也称自建数据中心)	由企业或机构自建并所有, 服务于企业或机构自身业务的数据中心, 是一个企业数据存储、运算和交换的核心计算环境	★★★	★	★★★

注：星号数量越多，表示对该类因素越敏感
资料来源：作者根据数据中心分类参考中商产业研究院《2024 年中国数据中心行业市场前景预测报告》整理

В целом гипермасштабные ЦОД специально проектируются и строятся для обработки огромных объемов данных и высокопроизводительных вычислительных задач. Обычно это национальные ЦОД либо объекты, создаваемые и эксплуатируемые облачными провайдерами, такими как Amazon AWS, Microsoft Azure и Google Cloud. Гипермасштабные ЦОД представляют ключевую технологическую мощь страны или предприятия; их немного, но они велики по масштабу и высоко чувствительны к затратам и рискам, поэтому климатическая среда и энергоснабжение являются ключевыми факторами. Они преимущественно используются для хранения «холодных данных» и обработки данных с невысокими требованиями к срочности, поэтому обычно размещаются в районах с низкими строительными и вычислительными

Строительство центров обработки данных и стратегии пространственного планирования с точки зрения развития новых качественных производительных сил затратами, например в восьми национальных узлах вычислительных мощностей (супервычислительных центрах), создаваемых в Китае.

Крупные ЦОД, как правило, являются интернет-центрами обработки данных: они предоставляют клиентам базовые интернет-платформы и различные сервисы с добавленной стоимостью. Несколько клиентов совместно используют один объект ЦОД; они могут арендовать стойки, помещения или часть всего центра. Провайдер отвечает за физические объекты и инфраструктуру ЦОД - электропитание, охлаждение и безопасность, а арендаторы отвечают за свое оборудование и управление данными. Для таких ЦОД важны энергоснабжение и климатическая среда, но еще важнее близость к рынкам услуг и клиентам. Крупные и средние ЦОД главным образом обслуживают облачные вычисления и обычно размещаются в ключевых городах, чтобы быть ближе к клиентам, снижать сетевые задержки и использовать преимущества концентрации городских кадров для обработки часто используемых «горячих» данных; примерами являются парк ЦОД в шанхайском Вайгаоцяо и строящиеся ЦОД в Цинпу и Лингане.

Предприятия и организации также могут самостоятельно строить и эксплуатировать ЦОД, обычно небольшого масштаба. Такие компании выбирают собственные ЦОД по соображениям безопасности, контроля данных, особых бизнес-потребностей или снижения долгосрочных арендных затрат; они, как правило, размещаются внутри предприятия или рядом с клиентами и гибко разворачиваются в зависимости от ситуации предприятия и рынка. Для сценариев с крайне высокими требованиями к реальному времени и безопасности малые и микро-ЦОД IDC, развернутые в периферийных сетях, обычно располагаются в районах высокой плотности пользователей, обеспечивая сверхнизкую задержку и глубоко локализованные услуги, например финансовые и банковские ЦОД в городских районах Китая. См. рис. 2.



Рис.2 План первой очереди интеллектуального вычислительного центра China Telecom в Лингане

注：一期占地119亩（约7.9 hm²），介于超大型至大型规模之间，规划承载10万卡智算集群
资料来源：临港算力（上海）科技有限公司公众号

3 Международный опыт строительства центров обработки данных

3.1 Строительство центров обработки данных в США

Строительство центров обработки данных и стратегии пространственного планирования с точки зрения развития новых качественных производительных сил

США начали размещать центры обработки данных достаточно рано и стали лидером роста мировой индустрии ЦОД. Вирджиния, Техас и Калифорния являются основными регионами строительства ЦОД; далее следуют Иллинойс, Джорджия, Невада и другие штаты, причем объекты в основном концентрируются на Западе и Юго-Востоке. Город Ашберн в штате Вирджиния превратился в крупнейшее в мире скопление ЦОД: Amazon AWS, Microsoft, Google, Meta и другие технологические гиганты разместили там свои основные центры обработки данных.

Размещение ЦОД в США отражает совокупное влияние рыночной экономики, географической среды, инфраструктуры, фискальной политики и других факторов. Вирджиния и Техас стали горячими точками строительства ЦОД благодаря развитой инфраструктуре, сравнительно низким энергетическим затратам и государственным налоговым стимулам. На примере Вирджинии, где расположен Ашберн, можно видеть как налоговые льготы, так и преимущества в стоимости энергии; ЦОД, отвечающие определенным условиям, могут получить в этом штате налоговые освобождения сроком до десяти лет. Сам Ашберн расположен близко к Вашингтону, располагает достаточным электроснабжением и современной оптоволоконной сетевой инфраструктурой. Кроме того, местные ЦОД в основном сосредоточены в пригородах, где имеется достаточное предложение земли и более низкая стоимость участков, а чувствительность к шуму и другим экологическим воздействиям ниже.

3.2 Строительство центров обработки данных в Японии

Несмотря на ограничения географии и энергетических ресурсов, Япония благодаря налоговым льготам, высокоразвитым коммуникационным сетям, инновационным мерам предотвращения бедствий и низкозатратным решениям охлаждения стала конкурентоспособным местом размещения ЦОД в мировом масштабе. Японские ЦОД сосредоточены в основном в Токио и Осаке, а район Кото в Токио и Тиба-Нью-Таун стали кластерами центров обработки данных.

Тиба-Нью-Таун расположен в префектуре Тиба; он обладает выгодным географическим положением, удобным транспортом, относительно гибкой градостроительной политикой и благоприятными условиями предоставления земли, поэтому в последние годы стал важным кластером строительства ЦОД (рис. 3). Близость Тиба-Нью-Таун к Токио обеспечивает ЦОД доступ к крупнейшему рынку Японии. Кроме того, рядом находятся крупные реки, дающие источник охлаждающей воды. По сравнению с ЦОД, расположенными в центре города, объекты в Тиба-Нью-Таун имеют лучшие земельные условия и больше возможностей для расширения.



Рис.3 Кластер центров обработки данных в Тиба-Нью-Таун

4 Стратегии пространственного планирования строительства центров обработки данных

Анализ США и Японии показывает, что ядро стратегии выбора площадки ЦОД состоит в балансировании множества факторов - экономических, экологических, земельных, инфраструктурных и рисков. Что касается размещения и выбора площадок для строительства ЦОД, и в Китае, и в США, и в Японии наблюдается выраженное предпочтение периферии крупных городов и сильная связь с новыми городами и новыми районами. Это задает важное направление для планировочных исследований и разработки стратегий.

4.1 Новая функция новых городов и новых районов: региональное влияние и поддержка новых качественных производительных сил

С начала нового века Китай в больших масштабах строил новые города и новые районы, что поддерживало быстрый социально-экономический рост. Однако нельзя отрицать, что из-за медленного развития промышленности, значительных объемов неиспользуемых земель и низкой отдачи от инвестиций развитие многих новых городов и новых районов оказалось ниже ожиданий. В условиях замедления роста индустриальной экономики и городского населения существующие новые города и новые районы должны заново пересмотреть свое функциональное позиционирование и новые точки роста. Авторы ранее рассматривали функциональное позиционирование новых городов в условиях «пространства потоков» и городских сетей^[13], подчеркивая, что новые города и новые районы должны не только обслуживать разгрузку перенаселения и чрезмерной концентрации промышленности в центральных городах, но и становиться узловыми городами с региональной функцией влияния в отдельных профессиональных сферах.

Земельные ресурсы центральных районов китайских мегаполисов напряжены, поэтому необходимо формировать новые механизмы распределения ресурсов и способы использования пространства, соответствующие этим потребностям^[14]. Как функциональные блоки мегаполисных регионов, новые города и новые районы имеют относительно обильные земельные ресурсы и инфраструктурную емкость и часто пользуются льготами зон развития, что делает их весьма подходящими территориями для размещения новой инфраструктуры, такой

Строительство центров обработки данных и стратегии пространственного планирования с точки зрения развития новых качественных производительных сил как ЦОД. Если воспользоваться новой возможностью и посредством планирования и строительства внедрить такие новые функции, как ЦОД, это поможет создать стратегические узловые пространства, распространяющие влияние на регион и поддерживающие новые качественные производительные силы.

В территориальном разрезе существующие новые города, новые районы и пригородные поселения сверхкрупных городов - Пекина, Шанхая, Гуанчжоу, Шэньчжэня, а также таких крупнейших городов, как Нанкин, Ханчжоу, Тяньцзинь и Ухань, подходят в качестве ключевых территорий для планирования и размещения обычных ЦОД. Городские новые районы западных регионов - например Нинся, Гуйчжоу и Внутренняя Монголия - больше подходят для планирования крупных облачных вычислительных ЦОД, ориентированных на хранение «холодных данных» или масштабные вычисления. Кроме того, такие районы, как Наньхуэйский новый город в Шанхае, благодаря хорошим условиям предоставления земли и существенным преимуществам в доступе к рынку, энергоснабжению и системам охлаждения особенно подходят для планирования и строительства гипермасштабных и крупных ЦОД.

4.2 Строительство центров обработки данных и местное развитие: планировочно-теоретическая интерпретация и институциональные инновации

4.2.1 Теоретическое осмысление связи цифровой индустрии и пространственного развития

В планировочной науке существуют разные точки зрения на взаимодействие цифровой экономики, движимой информационными технологиями, и территориальной урбанизации. В начале 1980-х годов часть ученых считала, что влияние высокотехнологичных зон на занятость ограничено и они не могут рассматриваться как новая движущая сила урбанизации. Однако к 1990-м годам развитие японского научного города Цукуба, американской Кремниевой долины, а также китайских технопарков Чжунгуаньцунь и Чжанцзян доказало важную роль кластеров высоких технологий в процессе урбанизации. Теория пространства потоков М. Кастельса и работы С. Сассен и Э. Соджи о сетях мировых городов подчеркивают движущую роль информационно-коммуникационных технологий в формировании глобальных городских центров и развитии субурбанизации. Эти исследования дают теоретические ориентиры для понимания и прогнозирования комплексной роли ЦОД в городском развитии.

Другие исследования^[15] считают, что строительство ЦОД обладает агломерационным эффектом и способно стимулировать концентрацию высокотехнологичных цепочек. Районы плотного размещения ЦОД часто сопровождаются модернизацией инфраструктуры - широкополосных сетей и электроснабжения, что привлекает технологические компании и профессиональные сервисные организации и формирует новые точки экономического роста, включая производство чипов, серверов, сетевого оборудования и решений для хранения данных. Согласованное развитие этих высокотехнологичных производств затем привлекает другие смежные отрасли и услуги, ускоряя концентрацию индустрий и кадров в новых городах и новых районах в сферах искусственного интеллекта и обработки больших данных.

4.2.2 Интеграция планирования, строительства и управления

На практическом уровне необходимо повышать степень интеграции ЦОД с планированием, строительством и управлением новыми городами и новыми районами, сочетая материальное планирование и строительство с инновацией институциональных механизмов. ЦОД и их передающие цепи как типичный объект пространства потоков обладают большой спецификой пространственного производства; в хранении, обработке и передаче данных они способны создавать огромную ценность, поэтому должны относиться к землям технологической

Строительство центров обработки данных и стратегии пространственного планирования с точки зрения развития новых качественных производительных сил промышленности, а не к исследовательским, коммерческим или офисным землям. С другой стороны, поскольку их продукт нематериален, ценность, создаваемая для территории, должна проявляться через налоговые механизмы и инновационный дизайн рынков факторов производства, тем самым оживляя местное экономическое развитие^[16].

Следует также отметить, что ЦОД могут способствовать экономическому развитию новых городов и новых районов, но их высокая энергоемкость и тепловые выбросы создают реальные вызовы устойчивому развитию города. Поэтому при планировании и строительстве необходимо руководствоваться принципами устойчивости и резильентности, по возможности применять зеленое архитектурное проектирование, возобновляемые источники энергии и высокоэффективные системы охлаждения, чтобы снижать углеродный след и строить зеленые низкоуглеродные города новой эпохи.

5 Заключение

В статье исследованы размещение и выбор площадок для строительства центров обработки данных как проявления и опоры новых качественных производительных сил. Выявлено, что макроразмещение ЦОД тесно связано с уровнем регионального экономического развития; микролокационный выбор площадок для строительства ЦОД зависит от множества факторов - затрат, энергопотребления, политики и среды, причем чувствительность к этим факторам различается у разных типов ЦОД. Кроме того, размещение ЦОД в Китае, США и Японии демонстрирует предпочтение периферии крупных городов. В связи с этим статья предлагает рассматривать новые города и новые районы как основные пространственные носители для размещения ЦОД.

Данное исследование соединяет цифровой интеллект и пространственное планирование, однако его выводы и обсуждение пока в основном находятся на уровне концептуального осмысления. Анализ предпочтений размещения разных типов ЦОД и их пространственных эффектов в настоящее время главным образом основан на количественных суждениях и еще нуждается в более глубокой эмпирической проверке. В будущих исследованиях необходимо усилить сбор и анализ эмпирических данных, особенно применять технологии больших данных для интеллектуального анализа выбора площадок ЦОД^[17-18]. Это позволит точнее оценивать чувствительность размещения ЦОД к различным факторам и глубже понимать комплексное влияние на региональную экономику, общество и окружающую среду.

Примечание

- ① Определение «новых качественных производительных сил» дано по сайту Государственного информационного центра:
https://www.ndrc.gov.cn/wsdwhfz/202402/t20240206_1363980.html.

Список литературы

- [1] HERZOG O, ПАНЬ Хайсяо, ДЭН Чжитуань и др. Новое поколение искусственного интеллекта как фактор развития городского планирования: возможности и вызовы [J]. Urban Planning Forum, 2023(4): 1-11. (на кит. яз.)
- [2] ДУАНЬ Цзинь, ЧЖАН Тинвэй, ИНЬ Чжи и др. «Китайская модернизация города и села: содержание, характеристики и пути развития»: академическая дискуссия [J]. Urban Planning Forum, 2023(1): 1-10. (на кит. яз.)

Строительство центров обработки данных и стратегии пространственного планирования с точки зрения развития новых качественных производительных сил

- [3] ВАН Кай, ЧЖАО Яньцзин, ЧЖАН Цзинсян и др. «Новые качественные производительные силы и городско-сельское планирование»: академическая дискуссия [J]. Urban Planning Forum, 2024(4): 1-10. (на кит. яз.)
- [4] ФАН Чэньхао, ЧЖАО Мин. Теоретическая рамка «пространственного спроса и предложения» с позиции городского планирования и ее исследовательское значение [J]. Urban Planning Forum, 2023(1): 26-32. (на кит. яз.)
- [5] У Чжицян, ГАНЬ Вэй, ЛИ Шурань и др. «Городские коллективные мозги»: теоретическая модель и ключевые вопросы [J]. Urban Planning Forum, 2023(6): 20-26. (на кит. яз.)
- [6] ЛИНЬ Ифу, ВАН Сяньцин и др. Новые качественные производительные силы: фокус и внутренняя логика инновационного развития Китая [M]. CITIC Press Group, 2024. (на кит. яз.)
- [7] ТАН Цзылай, ДУАНЬ Цзинь, ВАН Кай и др. «Высококачественная интеграция дельты Янцзы: что может сделать планирование?»: академическая дискуссия [J]. Urban Planning Forum, 2024(2): 1-11. (на кит. яз.)
- [8] ШЭНЬ Минжуй, ЦЗЯН Чжао, ЧЖОУ Вэньчан и др. Зарядные устройства для электромобилей как городская инфраструктура: новые сервисные характеристики и новое планировочное мышление [J]. City Planning Review, 2024, 48(7): 16-27. (на кит. яз.)
- [9] ЛЮ Цяньцэнь, ЛИ Чжиминь. Анализ состояния и тенденций развития центров обработки данных на волне «новой инфраструктуры» [J]. China Internet, 2020(9): 26-31. (на кит. яз.)
- [10] ERDEM M, ÖZDEMİR A. Sustainability and risk assessment of data center locations under a fuzzy environment [J]. Journal of Cleaner Production, 2024, 450: 141982.
- [11] WANG F, LV C, XU J. Carbon awareness oriented data center location and configuration: an integrated optimization method [J]. Energy, 2023, 278: 127744.
- [12] ВАН Цзяоэ, ДУ Фанье, СЯО Фань. Пространственные модели размещения новой инфраструктуры: на примере крупных центров обработки данных [J]. Acta Geographica Sinica, 2023, 78(2): 259-272. (на кит. яз.)
- [13] СЮЙ Су, ЧЖАО Мин. От «противомагнитного центра» к «региональному узловому городу»: функциональная итерация и стратегии планирования строительства новых городов в крупных городах новой эпохи [J]. City Planning Review, 2024, 48(9): 13-18. (на кит. яз.)
- [14] ДЭН Маоин. Исследование планирования, ориентированного на пространственное управление, с позиции трансформации сверхкрупного города: на основе практики генерального территориально-пространственного плана Гуанчжоу [J]. Urban Planning Forum, 2024(4): 51-57. (на кит. яз.)
- [15] VASUDEVAN M, TIAN Y C, TANG M, et al. Profile-based application assignment for greener and more energy-efficient data centers [J]. Future Generation Computer Systems, 2017, 67: 94-108.
- [16] ЦАЙ Сыхан, ВЭН Си. Новая экономическая теоретическая рамка фактора данных [J]. Xinhua Digest, 2024(11): 50-53. (на кит. яз.)
- [17] ГАНЬ Вэй, У Чжицян, ВАН Юанькай и др. Построение теоретической модели городского дизайна с поддержкой AIGC [J]. Urban Planning Forum, 2023(2): 12-18. (на кит. яз.)
- [18] У Чжицян, ЧЖОУ Мими, ЛЮ Ци и др. «Межпоколенческие близнецы»: отображение жизненных характеристик города [J]. Urban Planning Forum, 2024(1): 9-17. (на кит. яз.)

Дата доработки: декабрь 2024 г.