

Регенерация сообщества в направлении удобства для всех возрастов: многокритериальный симуляционный подход к использованию общественных пространств с учётом распределения времени

ХУАН Хуан; ЧЖОУ Чже; Лю Ля; ТАН Синьюнь

Аннотация

В данном исследовании анализируется регенерация сообщества за счёт совместного использования общественных пространств в разное время. Устанавливаются общественные пространства, подлежащие оптимизации, а также те, где различные группы пользователей взаимно влияют друг на друга; затем формулируются вычислительные цели, направленные на максимизацию общей эффективности использования пространства. Различные потребности, лежащие в основе конфликтов между возрастными группами, преобразуются в процесс многокритериальной оптимизации и принятия решений на основе конкретных сценариев. Новое поселение Тунцзи в Шанхае используется для демонстрации того, как предлагаемая модель способствует планированию регенерации и выбору оптимальных вариантов реализации. В отличие от традиционных подходов, направленных на достижение единственного оптимального результата, данное исследование разрабатывает модель планирования на основе многокритериальной оптимизации и принятия решений, внося методологический вклад в регенерацию сообществ, удобных для жителей всех возрастов, в рамках городской стратегии, ориентированной на человека.

Ключевые слова: доступность для всех возрастов; микрогенерация сообщества; совместное использование пространства; многокритериальное принятие решений; Шанхай

1 Пространственные конфликты в сообществах, подходящих для всех возрастов, и подход к обновлению с разделением времени

Согласно семому национальному переписи населения Китая, демографическая структура крупных городов стремительно меняется в сторону старения населения и низкой рождаемости. К 2035 году численность людей в возрасте 60 лет и старше, как ожидается, превысит 400 миллионов, после чего Китай войдёт в период активного старения населения.[1] Городские сообщества по-прежнему будут основной пространственной средой для проживания пожилых людей. В то же время снижение рождаемости делает всё более важны

м учитывать подходы молодых поколений к уходу за детьми и создавать условия, способствующие их развитию.[2] Поэтому формирование сообществ, дружелюбных к пожилым людям, детям и всем возрастным группам, является важной составляющей городов, ориентированных на человека.[2–4]

Развитие сообщества, ориентированное на всех возрастных групп, осуществляется в двух основных форматах. Новые жилые комплексы обычно оснащаются достаточным общественным пространством и способны удовлетворять возрастные потребности благодаря более высоким стандартам застройки. В отличие от этого, многие молодые семьи в крупных городах предпочитают старые районы центра городов — они расположены близко к местам работы и имеют относительно доступную стоимость жилья, несмотря на то что население этих районов часто характеризуется значительным старением. Высокая плотность населения и ограниченные общественные пространства приводят к частым конфликтам: пожилые и молодые жители соревнуются за места для занятий физической активностью; мероприятия для родителей и детей противостоят использованию домашних животных; парковка занимает зелёные зоны; а временная парковка препятствует доступу в чрезвычайных ситуациях.

Если объём общественных пространств невозможно легко увеличить, повышение их эффективности использования и обеспечение совместного пользования превращаются в ключевой аспект централизованного планирования. Общественные пространства должны одновременно учитывать доступность и инклюзивность, внешний вид и безопасность, удобство и комфорт, а также обеспечение необходимыми объектами и услугами открытых пространств.[5] Поэтому планирование регенерации должно более точно отражать разнообразные потребности и использовать потенциал ограниченных площадей за счёт временного и пространственного перераспределения. Для этого необходимо понимание принципов распределения времени и использование метода планирования, адаптированного к обновлению запасов.

Достижения в области цифровых технологий и пространственного моделирования создают надёжную аналитическую основу для исследований. В данном исследовании анализируется дифференцированная пространственная потребность ключевых групп населения; для изучения многосценарного и многокритериального распределения общественных пространств сообщества применяются генетический алгоритм и связанные методы моделирования. Цель исследования — разработать новый подход к планированию, ориентированный на все возрастные группы и способствующий регенерации городских пространств.

2 Потенциальный спрос на цифровые методы в планировании общин, ориентированных на всех возрастных групп

Всеобъемлющая доступность жилья для людей всех возрастов имеет свои корни в концепции «Жилища на всю жизнь», разработанной в начале XXI века Фондом Джозефа Р. Оунтри, Ассоциацией жилищного строительства Хабинтег и другими исследователями. Эта концепция предполагает создание инклюзивных и высококачественных условий проживания, способных адаптироваться к изменяющимся потребностям жителей и не допускающих дискриминации по мере старения или снижения их физических и когнитивных функций.[8]

В 2007 году Всемирная организация здравоохранения предложила рамочную концепцию городов и сообществ, ориентированных на пожилых людей, с целью содействия безопасной и здоровой жизни, а также активному участию в жизни сообщества на всех этапах жизни, особенно среди пожилых людей и детей. В последующих исследованиях в Китае анализировались политики и стандарты инфраструктуры для городов, дружественных по возрасту и детям, на урбанистическом уровне; структура использования земельных участков, распределение объектов инфраструктуры и уровень мобильности в радиусах жизнедеятельности сообщества в пределах пятнадцати минут на промежуточном уровне; а также детальные меры, направленные на создание городской среды, удобной для людей всех возрастов и детей, на уровне отдельных проектов.[9–12] Однако существующие исследования редко проводят многосценарийный количественный анализ, тесно соответствующий реальному использованию общественных пространств различными возрастными группами. В результате планировщики зачастую не могут предвидеть возможные конфликты или оценить вероятные последствия предлагаемых программ реконструкции.

Симуляция сценариев позволяет прояснить, как различные переменные влияют на возможные результаты.[13–15] Для снижения субъективности сценарии должны учитывать наблюдаемые ограничения и данные о поведении. В предыдущих исследованиях анализ сценариев использовался для выявления общих приоритетных направлений в планировании велосипедных сетей[16], а генетические алгоритмы применялись для расчёта оптимальных соотношений участков при заданных целях и ограничениях[17]. Однако результаты сценариев по-прежнему зависят от параметров, качества данных и конструкции модели. Поэтому моделирование должно основываться на детальном полевом исследовании и сопровождаться итеративной корректировкой.[18]

Регенерация, подходящая для всех возрастных групп, по своей сути представляет собой многокритериальную задачу: улучшение доступа одной группы может сократить возможности другой, а оптимизация одного показателя может нанести ущерб другому. Цель многокритериальной оптимизации заключается не в сводке этих противоречий к един

ому взвешенному показателю, а в вычислении набора недоминирующих альтернатив и чётком отражении их компромиссов. Парето-оптимальные решения позволяют определить варианты, при которых ни одно из целей не может быть улучшено без ухудшения по крайней мере одного другого цели. Это лучше соответствует переговорному характеру планирования сообщества, чем использование единого механически взвешенного оптимума.

3 Метод исследования использования и оптимизации общественных пространств в сообществах с применением принципа разделения времени

3.1 Оптимизация с ориентацией на использование общественных пространств

Община представляет собой одновременно географическую единицу и социальную сеть.[19] Её общественные пространства способствуют повседневному взаимодействию, доступу к услугам, отдыху, передвижению и формированию коллективной идентичности. В плотно населённых устойчивых районах регенеративные меры не должны ограничиваться максимизацией одного пространственного показателя; они должны повышать общий уровень пользы от использования общественных пространств с учётом различий между группами населения, временными периодами и пространственными ограничениями.

Таким образом, в исследовании оптимизация пространства сообщества рассматривается как распределение ограниченных пространственных ресурсов между конкурирующими видами использования. Модель выявляет участки, которые используются недостаточно эффективно, занимаются неэффективно или сопряжены с поведенческими противоречиями, и оценивает, может ли разделение времени использования способствовать увеличению доступной вместимости без фундаментальных изменений устоявшихся ежедневных ритмов жителей. Затем определяются цели планирования для конкретных сценариев: максимизация количества парковочных мест, обеспечение пространства для занятий для пожилых людей и детей, снижение пробок и защита доступа в чрезвычайных ситуациях.

3.2 Многокритерийная исследовательская модель и логика моделирования

Исследовательская модель позволяет провести комплексный анализ физических характеристик общественных пространств сообщества и закономерностей их использования жителями. Она выявляет пространства с потенциалом оптимизации, а также те, в которых различные виды деятельности взаимно мешают друг другу; выявляет проблемы, которые можно решить за счет разделения времени использования; определяет цели оптим

изации; разрабатывает многокритериальную модель и применяет многокритериальный генетический алгоритм для построения альтернативных количественных схем.[2]

Модель использует эволюционный алгоритм — в частности, NSGA-II — для вычисления нескольких возможных оптимумов вместо одного решения.[3] Кандидатские схемы ранжируются по критерию недоминирования и итеративно отбираются и совершенствуются. Результатом является множество решений по методу Парето, отражающее различные балансы между целями планирования. Планировщики могут определить верхние и нижние пределы показателей пространственного использования и выбрать решения, соответствующие демографической структуре, моделям поведения и приоритетам политики сообщества.

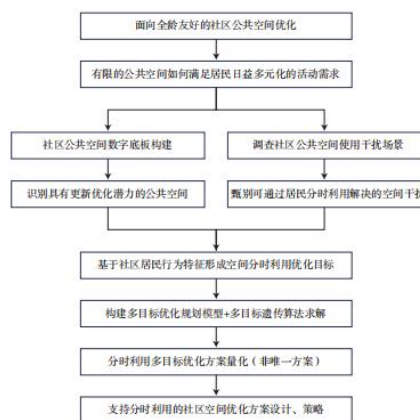


Рисунок 1. Исследовательская модель для многокритериальной оптимизации общественных пространств сообщества с использованием принципа разделения времени.

3.3 Процедура реализации моделирования пространственной оптимизации

Данный метод в первую очередь применим к открытым пространствам, тесно связанным с повседневной жизнью, включая общественные зелёные зоны, площадки для занятий, внутренние дороги и парковочные зоны.

Во-первых, полевые исследования позволяют определить пространственные и временные особенности поведения пожилых людей, детей, поездокщиков и других групп. Устанавливаются периоды наиболее интенсивного использования услуг, что служит поведенческой основой для анализа сценариев.

Во-вторых, определяются пространства, пригодные для совместного использования. Полевые исследования позволяют картографировать уже используемые помещения и участки земли, которые можно преобразовать или временно перераспределить, фиксируя их местоположение, площадь, право собственности или условия управления, а также уровень доступности. Эти данные формируют цифровую пространственную базу.

В-третьих, оценивается потенциал использования различных видов деятельности. Конфликты, такие как между парковкой транспортных средств и человеческой деятельностью, преобразуются в конкретные цели и ограничения для каждого сценария. Для решения данной сложной задачи подходит эвристический алгоритм: точное математическое решение может быть непрактичным; цель — получить достаточно близкие к оптимальным решениям за разумно длительное время вычислений.[4]

4. Обмен временем использования общественных пространств в новой деревне Тунцзи с использованием многокритериальной оптимизации

4.1 Исследование и синтез пространственных конфликтов

Новое поселение Тунцзи, расположенное к юго-востоку от улицы Сипин в Шанхае, было впервые разработано в начале 1950-х годов и прошло несколько этапов строительства, сноса и замены до 1990-х годов.[28] Его площадь составляет около 18 га; общая площадь помещений — примерно 194 600 м², коэффициент застройки — 1,22. В этом районе насчитывается 3 819 домохозяйств и около 8 923 жителей; примерно 65 % из них имеют возраст 60 лет и выше.[29] Типы владения жильем включают проживание собственника, частную аренду и аренду жилья при поддержке работодателя.

Публичные пространства в основном состоят из зелёных зон, площадок для наружной активности, а также парковок для автомобилей и велосипедов. Три крупные зелёные зоны объединены с объектами для наружной активности и используются интенсивно. Поскольку район был построен задолго до нынешнего времени, количество предусмотренных



ых парковочных мест ограничено. Автомобили занимают основные дороги, проездные пути между зданиями, зелёные зоны и пешеходные маршруты. Заторы в часы пик, а также блокировка доступа пожарных и скорой помощи остаются постоянными рисками. Велосипеды и электровелосипеды также неформально паркуются перед зданиями и на зелёных зонах.

Рисунок 2. Существующие пространственные конфликты в новой деревне Тунцзи, включая занятие общественных зелёных зон и дорожных проездов моторными и немоторизованными транспортными средствами.

В то же время многие велосипедные гаражи используются недостаточно или неэффективно. Некоторые из них могут быть переоборудованы в зоны физической активности в течение дня и при этом продолжать служить местом хранения или парковки в другие периоды. Основной конфликт касается временных потребностей: работники нуждаются в парковке преимущественно после работы и ночью, тогда как пожилые люди и дети чаще всего требуют безопасных пространств для занятий физической активностью в дневное время и ранним вечером. Это создаёт реальные основания для разделения времени между различными функциями использования помещений.

Существующие стандарты предполагают необходимость предоставления примерно 3819 мест для парковки автомобилей. Общая площадь помещений для стоянки велосипедов составляет около 1130 м², тогда как действующий стандарт требует примерно 2850 м², что свидетельствует о необходимости дальнейшей оптимизации пространства для парковки велосипедов.[5]

4.2 Цифровая база и логика моделирования

Предложение по регенерации направлено на оптимизацию недостаточно используемых пространств и улучшение механизмов совместного использования времени без сокращения существующих зелёных зон или зарекомендовавшихся зон для активности.

Во-первых, определяются участки с потенциалом для оптимизации. Цифровая база позволяет выявлять земельные участки с низким уровнем использования, существующие и неформальные парковки, места, где паркованные транспортные средства препятствуют видимости, нарушения границ зелёных зон, а также участки дорог, влияющие на безопасность движения.

Во-вторых, потенциальным пространствам присваиваются функции, зависящие от времени. Некоторые локальные зоны могут использоваться в качестве зон для занятий днём и в качестве парковочных мест ночью. Аналогично, места, занимаемые рабочими тран



спортными средствами в течение дня, могут быть предоставлены жителям после окончания рабочего времени. Такой подход не предполагает, что все пространства являются постоянными многофункциональными; он определяет допустимые виды использования в конкретные периоды и рассчитывает их совокупную вместимость.

Рисунок 3. Концептуальный дизайн использования отдельных общественных пространств в по принципу разделения времени.

В-третьих, модель определяет переменные решений и ограничения для двух сценариев. В Сценарии 1 переменными решений являются количество постоянных транспортных средств и количество внешних транспортных средств; допустимый пространственный объём решений задаётся доступной площадью парковки, зонами запрещённого паркования и временными ограничениями. В Сценарии 2 переменными решений являются количество паркованных транспортных средств и число пользователей зоны использования, каждому из которых присваиваются стандартные пространственные требования.

4.3 Симуляция и оценка альтернативных сценариев планирования

Сценарий 1: разделение времени с оптимизацией парковки в качестве основной цели создания ценности

День разделён на три периода: t_1 — с 07:00 до 17:00; t_2 — с 17:00 до 21:00; t_3 — с 21:00 до 07:00 следующего дня. В период t_1 внешние транспортные средства могут использовать часть доступных парковочных мест. С 17:00 использование внешних парковочных мест ограничивается из-за возвращения жителей домой; после 21:00 ночное паркование предназначено исключительно для жителей.

Обозначим x_1 числом автомобилей, находящихся на территории, и x_2 — число внешних автомобилей. M_1 — общая площадь, фактически доступная для парковки, включая запланированные места и участки, уже неформально используемые; M_2 — площадь, оставшаяся после исключения основных маршрутов доступа и других мест, где парковка запрещена. При заданной для каждого транспортного средства стандартной площади g модель направлена на максимизацию общего использования парковочных мест в каждом периоде, сохранение ограниченной внешней вместимости для краткосрочного стояния в период t_1 , минимизацию внешнего паркования в период t_2 , а также защиту зон активности и видовых линий вечером. Общая площадь парковки не должна превышать M_1 ; внешнее паркование в период t_1 — не более половины от M_2 ; внешнее паркование в период t_2 — не более одной трети от M_1 ; все переменные решений должны быть неотрицательными.[6]

Для моделирования значения M_1 были установлены равными 8 452 м², а M_2 — 6 912 м². Модель NSGA-II была запущена с популяцией из 200 решений и позволила получить 200 недоминирующих вариантов. Полученный набор решений наглядно демонстрирует компромисс между возможностями внешнего паркования в дневное время, ночным паркованием для жителей и пропускной способностью для проживания на ночь. Вместо прямого указания единственного решения модель позволяет специалистам по планированию в

ыбирать подход в зависимости от приоритетов политики и уровня осуществимости реализации.

Таблица 1. Примерные недоминирующие решения для сценария 1

Опция	Внешняя парковка в дневное время (м ²)	Вечерняя зона парковки (м ²)	Зона ночного паркования (м ²)
1	8	5,028	8,448
2	260	5,100	8,196
3	596	5,328	7,944
4	1,076	5,196	7,464
5	1,520	5,352	7,008

Сценарий 2: Баланс между возможностями парковки и потребностями в активности пожилых людей и детей

Сценарий 2 направлен на решение прямого конфликта между парковкой и общественной активностью: он предусматривает обеспечение площади для дневной активности, поддержание приемлемой плотности использования и комфорта в ранний вечерний период, а также предоставление достаточного количества мест для ночного паркования. Обозначим x_1 — количество транспортных средств, x_2 — число отдельных пользователей. Стандартная площадь составляет 12 м² на одно транспортное средство и 3 м² на одного человека. Общая площадь открытых пространств, подлежащих оптимизации, равна $M = 2826$ м². [7–8]

Цельные функции направлены на максимизацию эффективного использования открытых пространств, снижение совокупной плотности движения транспортных средств и пассажиров в активный вечерний период t_2 , а также минимизацию объёма зон для парковки в ночное время отдыха t_3 с целью увеличения площади парковочных мест. Ограничения обеспечивают, что общая площадь, занятая транспортными средствами и людьми, не превышает значения M ; количество парковочных мест в период t_1 остаётся ниже двух третей от M , а в период t_2 — ниже половины от M .

Алгоритм вновь генерировал 200 недоминирующих решений. Первые двадцать решений из исходной таблицы демонстрируют значительные различия: одни максимизируют объём активности в дневное и вечернее время, другие обеспечивают более высокий уровень парковочных мест ночью. Таким образом, планировщик может выбрать альтернативу на основе относительных весов, определённых в ходе участнического обсуждения, а не просто внедряя эти веса незаметно в модель.

Таблица 2. Выбранные недоминирующие решения для сценария 2

Оставшаяся используемая открытая площадь в помещении	Показатель плотности в t_2	Транспортные средства в t_1	Лица в группе t_1	Транспортные средства в t_2	Лица, находящиеся в состоянии T_2	Транспортные средства в t_3	Лица, находящиеся в состоянии T_3

ТЗ (м²)							
2,673	0.87	0	113	438	31	230	0
1,077	0.47	3	114	486	72	232	1
870	0.39	30	116	447	103	227	10
276	0.29	54	119	482	82	231	14
1,338	0.53	69	119	465	52	228	23

Обе симуляции показывают, что многокритериальное моделирование позволяет выявлять альтернативные конфигурации распределения времени, сравнивать их последствия и создавать количественную основу для более точных плановых решений. Результатом является не автоматизированный процесс проектирования, а прозрачное пространство для принятия решений, в котором планировщики, жильцы и управляющие могут вести переговоры.

5. Заключение

Удовлетворение разнообразных потребностей при ограниченном доступе к общественным пространствам является ключевой задачей при реконструкции сообществ, удобных для жителей всех возрастов. Учитывая различия в пространственных потребностях и поведении людей разного возраста, в данной статье предлагается подход разделения времени и разработана многокритерийная методика планирования для поддержки точных решений по обновлению городской среды.

Метод начинается с анализа существующих общественных пространств, формирует цифровую базу, отражающую потенциал совместного использования времени, анализирует взаимосвязь между поведенческими и пространственными потребностями для определения множества целей и применяет многокритериальный генетический алгоритм для расчёта возможных комбинаций решений. Применение метода в новом поселении Тунци показывает, что количественное моделирование, многокритериальная оптимизация и многосценарное моделирование позволяют более ясно представить возможные результаты программ регенерации. Данный процесс также может способствовать повышению уровня участия и признания со стороны жителей, наглядно демонстрируя, как уравниваются различные интересы, тем самым подтверждая принцип того, что город народа создаётся его собственными людьми.

Споры между сообществами и пространствами гораздо сложнее, чем может описать любая отдельная модель. В данном случае рассматривается одна типичная противоречивость — спрос на парковку среди жителей трудоспособного возраста и потребности в пространствах для физической активности среди пожилых людей и детей. Будущие исследования должны распространить этот подход на другие формы поведения, региональные контексты и виды пространственных конфликтов.

Благодарности

Авторы благодарят анонимных рецензентов за их руководство. Авторы несут ответственность за содержание статьи.

Примечания

1. Модели ухода за пожилыми людьми «9064» в Пекине и «9073» в Шанхае обе акцентируют внимание на уходе дома: примерно 90 % пожилых людей получают уход на дому, 6–7 % используют услуги домашнего ухода с поддержкой сообщества, а 3–4 % — институциональный уход.[12]
2. Логика моделирования начинается с анализа использования временного распределения ресурсов, выявляет конфликты на основе полевых исследований и кросс-анализа поведения и пространственных характеристик, отсеивает проблемы, которые можно решить в краткосрочной перспективе, и преобразует их в объективные функции с сопоставимыми количественными показателями.
3. NSGA-II — это широко используемый алгоритм для быстрого решения задач оптимизации с множеством взаимно противоречивых целевых функций. Его процесс недоминированного сортирования итеративно формирует набор альтернатив вместо одного оптимального решения.
4. Эвристический алгоритм стремится найти достаточно близкое к оптимальному решение сложной задачи за разумное время вычислений.
5. Согласно действующим стандартам жилого паркования, для домов площадью менее 90 м² требуется по одному парковочному месту на домохозяйство, что соответствует примерно 3819 местам для автомобилей в новой деревне Тунцзи. Стандарты для велосипедных гаражей предполагают необходимость использования площади около 2850 м² по сравнению с существующими 1130 м².
6. В сценарии 1 уравнения (1)–(3) являются целевыми функциями, а уравнения (4)–(7) — ограничениями; они максимизируют использование парковочных мест, регулируют внешнее паркование в зависимости от времени, обеспечивают защиту зон вечерних мероприятий, ограничивают общую занимаемую площадь и требуют неотрицательных решений.
7. В сценарии 2 уравнения (1)–(3) максимизируют эффективность использования открытых пространств, оптимизируют комфорт в активный период и освобождают площадь для ночного паркования; уравнения (4)–(7) ограничивают общую загрузку объекта и долю парковочных мест в зависимости от периода.
8. На каждое транспортное средство выделяется площадь в размере 12 м², а на каждого отдельного пользователя — 3 м². В сценарии 1 значения M1 и M2 составляют соответст

венно 8 452 м² и 6 912 м²; в сценарии 2 значение М равно 2 826 м². Каждая экспериментальная последовательность генерировала по 200 решений по критерию Парето.

Справочные материалы

- [1] 孟庆伟. 2035 年左右进入重度老龄化 多部委推动高质量养老 [N]. 中国经营报, 2022-09-26(A04).
- [2] 孙一民, 司马晓, 邓东, 等. “人民城市设计: 创新实践与思考” 学术笔谈[J]. 城市规划学刊, 2023(3): 1-11.
- [3] 古颖, 李秋实, 尹维娜. 以社区街道为主体的上海市普陀区石泉路街道城市微更新路径探索[J]. 城市规划学刊, 2022(S2): 161-166.
- [4] 李晴, 林妮. “人民城市”视角下社区微更新参与式规划设计的新模式探索: 以上海市 YF 里弄微更新为例[J]. 城市规划学刊, 2023(6): 87-96.
- [5] Кейес Л., Радер К., Бергер К. Общины для инвалидов: инициатива Атланты по поддержке сообщества на протяжении всей жизни. Кейес, Лаура [J]. Физическая и occupationalная терапия у пожилых людей, 2011, 29(1): 59-74.
- [6] Генеральное управление Министерства жилищного и городского-сельского строительства КНР. Руководство по созданию полноценных жилых сообществ [EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/12/content_5667815.htm. 17 декабря 2021 г.
- [7] Министерство науки и технологий КНР, Министерство жилищного строительства и городского и сельского развития КНР. «Специальный план научно-технических инноваций в области урбанизации и городского развития на период XIV пятилетки» [EB/OL]. https://www.safegov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/fgzc/gfxwj/gfxwj2022/202212/20221206_183776.html. 06.12.2022.
- [8] 李小云. 包容性设计: 面向全龄社区目标的公共空间更新策略[J]. 城市发展研究, 2019, 26(11): 27-31.
- [9] 汪劲柏, 常海兴. 全龄友好社区的“场景化”设计策略研究: 以中部某市老旧小区连片改造设计为例[J]. 上海城市规划, 2021(1): 38-44.
- [10] 詹运洲, 吴芳芳. 老龄化背景下特大城市养老设施规划策略探索: 以上海市为例 [J]. 城市规划学刊, 2014(6): 38-45.
- [11] 张菁, 刘昆轶, 余波, 等. 行动导向下的儿童友好空间建设重点与实施路径建议[J]. 城市规划学刊, 2022(5): 74-80.
- [12] 惠英, 廖佳妹, 张雪诺, 等. 基于行为活动模式的儿童友好型街道设计研究[J]. 城市规划学刊, 2021(6): 92-99.
- [13] 叶锺楠. 城市规划设计中计算机模拟技术的遴选与运用: 以武汉新区四新生态新城“方岛”区域城市设计为例[J]. 规划师, 2014 (4): 40-46.
- [14] 杨春侠, 徐思璐, 耿慧志, 等. 基于多代理行为模拟的上海市北外滩滨水公共空间诊断和优化[J]. 风景园林, 2022, 29(12): 78-84.
- [15] 戴铜, 吕飞. 存量规划管控技术体系中的情景分析框架研究[J]. 城市发展研究, 2016, 23(9): 34-39.
- [16] 王超凡, 张永平, 林雕, 等. 多目标组合优化的城市骑行路网规划设计[J]. 风景园林, 2023, 30(9): 29-36.
- [17] 陈惠斐, 萧敬豪. 基于遗传算法的最适容积率规划研究: 以广州棠涌片区为例[J]. 现代城市研究, 2021(5): 53-58.

- [18] Лун Ин. Модель пространственного развития городских и сельских районов Пекина: BUDEM2 [J]. Современные исследования городов, 2016(11): 2–9.
- [19] Тоннис Ф. «Гemeinschaft und Gesellschaft» [M]. Дармштадт: Навуковая книжная общественность, 2010.
- [20] 颜文涛, 李子豪, 付磊. 基于“形态-网络-功能”的城市韧性评估方法: 以十堰市中心城区为例[J]. 上海城市规划, 2023(1): 1-8.
- [21] 颜文涛, 任婕, 张尚武, 等. 上海韧性城市规划: 关键议题、总体框架和规划策略[J]. 城市规划学刊, 2022(3): 19-28.
- [22] 贾巍杨. 社区适老性评价指标体系研究初探[J]. 城市规划, 2016, 40(8): 65-70.
- [23] 刘鹏程, 胡纹, 齐一帆. 基于层次分析法-空间可视化的社区更新评价方法: 以重庆市七牌坊社区为例[J]. 华中建筑, 2022, 40 (11): 54-59.
- [24] 骆骏杭, 黄瓴. 社区生活圈视角下老龄化社区居住空间环境规划提升策略分析[J]. 城市建筑, 2018(36): 17-22.
- [25] 于一凡, 朱霏飏, 贾淑颖, 等. 老年友好社区的评价体系研究[J]. 上海城市规划, 2020 (6): 1-6.
- [26] 黄瓴, 张真. 山地城市安置社区公共空间场所依恋研究及其更新启示[J]. 城市发展研究, 2024, 31(4): 82-89.
- [27] 孔宇, 甄峰, 张姗姗, 等. 智能技术支撑的社区规划:概念模型与技术框架[J]. 城市规划, 2023, 47(1): 15-24.
- [28] 冶是建筑工作室 YeAS. 工作室中的同济新村 1.0[J]. 时代建筑, 2017(2): 56-67.
- [29] 刘敏, 柯婕, 肖宁菲, 等. 基于 CRS 建筑策划理论的城市旧住区适老性改造策略研究: 以同济新村为例[J]. 住区, 2015(4): 80- 87.

Ai 辅助翻译