

Пересмотр строительства в Шанхае глобального научно-технического инновационного центра в условиях больших перемен: на основе двойной перспективы «сотрудничества в обл асти знаний» и «комбинации знаний»

о б а в т о р е

Цао Чжан, Школа архитектуры и городского планирования Университета Тунцзи, стехпор Доцент, главный преподаватель, Ключевая лаборатория технологий интеллектуального планирования земли и космоса, Министерство природных ресурсов, 1989caozhan@tongji.edu.cn

Ли Чжуосинь, магистр архитектуры и городского планирования, Университет Тунцзи Аспирант, автор-корреспондент, 2230116@tongji.edu.cn

Носить Лян, доцент Школы государственного управления Нанкинского университета финансов и экономики, Мастер-инструктор

Пэн Чжэньвэй — профессор и научный руководитель Школы архитектуры и городского планирования Университета Тунцзи и ключевой лаборатории экологии плотных населенных пунктов и энергосбережения Министерства образования.

Аннотация В «Генеральном плане города Шанхая (2017–2035 гг.)» предлагаются цель и видение создания «глобального научно-технического инновационного центра». Однако после утверждения генерального плана Шанхай столкнулся с серьезными проблемами в продвижении строительства глобального научно-технического инновационного центра на фоне серьезных изменений, невиданных за столетие. «Глобальная сеть сотрудничества в сфере знаний» и «Глобальная сеть объединения знаний» создаются с использованием глобальных бумажных данных по науке и технологиям, а также анализируются развивающиеся характеристики Шанхая в глобальной сфере научно-технических инноваций в период больших перем

ен. Результаты показывают, что: несмотря на изменения во внешней среде, статус Шанхая в глобальной сети сотрудничества в области знаний по-прежнему значительно улучшился, но все еще существует разрыв по сравнению с ведущими глобальными научно-техническими инновационными центрами; «два сектора» Шанхая функции претерпели структурные изменения: Экстраверсия значительно сократилась, интроверсия значительно увеличилась; Шанхай занимает ключевую позицию в глобальной сети объединения знаний, имеет значительные сравнительные преимущества в традиционных инженерных прикладных областях, но относительно отстает в новых передовых базовых областях; Шанхайская научная и Путь развития технологических инноваций показывает «зависимость от пути». Это особенность, которая осуществляется с «обновлением пути», но существует также риск «блокировки пути».

Ключевые слова Шанхай; глобальный центр научно-технических инноваций; большие перемены; сеть сотрудничества в области знаний; сеть объединения знаний

Научно-технические инновации являются первой движущей силой экономического развития и социального прогресса и стали главным полем битвы глобальной конкуренции и стратегических игр в 21 веке ^[1]. Приход нового витка научно-технической революции опрокинул предыдущую парадигму научных исследований и технологических исследований и разработок: с одной стороны, научно-технические инновации все больше полагаются на крупномасштабное открытое сотрудничество для реализации постоянного обновления существующих Баз знаний и разделение рисков инновационного процесса и затрат ^[2-3]; с другой стороны, научные и технологические инновации все больше полагаются на исследовательские межотраслевые пересечения. Перекрестная интеграция различных передовых дисциплин продолжает генерировать новые научные идеи и научные теории, а также реконструкция и реорганизация различных передовых технологий. Постоянно создавать новые сценарии будущего и рыночное пространство ^[4,5]. Другими словами, процесс современных

научных и технологических инноваций коренится в двух разных типах сетей: одна представляет собой «сеть сотрудничества знаний», образуемую в результате совместного взаимодействия различных субъектов инновационной деятельности, а другая формируется разнородными знаниями в разных областях. определенным образом: «сеть объединения знаний», образованная путем объединения

^[6]. В условиях жесткой глобальной конкуренции в области науки и технологий занимать центральное положение в сети сотрудничества в области знаний означает иметь сильный контроль над инновационными ресурсами, информационными каналами и активами взаимоотношений. потенциал кросс-поля. Сильная способность контроля. Города являются инкубаторами инноваций, обеспечивая необходимую агломерационную экономию, эффект масштаба, защиту окружающей среды и политическую поддержку инноваций ^[7,8]. Создание «глобального центра научно-технических инноваций» стало для всех стран важной отправной точкой для активного участия в новой волне научно-технической революции, содействия национальной конкурентоспособности и трансформации старых и новых движущих сил ^[9]. В 2015 году, чтобы адаптироваться к новым тенденциям глобальной научно-технической конкуренции и экономического развития, а также следовать национальной стратегии инновационного развития, Шанхайский муниципальный партийный комитет и муниципальное правительство опубликовали «Мнения по ускорению строительства Глобально влиятельный центр науки и технологий», положивший начало продвижению Шанхая глобализации. Завершение строительства Центра инноваций в области науки и технологий. В 2017 году Государственный совет утвердил «Генеральный план города Шанхая (2017-2035 годы)» (далее — «Генеральный план Шанхая 2035 года»). Генеральный план «Шанхай 2035» предлагает общую цель превращения Шанхая в «отличный глобальный город», а также расширяет четыре центральные функции международной экономики, финансов, торговли и судоходства, а также добавляет функцию «глобального научно-технического инновационного центра» ^[10-11]. Превращение Шанхая в глобальный научно-технический инновационный центр — это не только важнейшая задача и страте

гическая миссия, возложенная на Шанхай ЦК партии, но и единственный путь для Шанхая двигаться вперед в качественном развитии, повышать энергетический уровень города и повышать его энергетический уровень. основная конкурентоспособность ближе к ведущим городам мира. Это также единственный способ для Китая продвинуться к мировой науке и технологиям. Важная поддержка для развития могущественных стран^[12]. Однако с тех пор, как Шанхай официально зарекомендовал себя как глобальный центр научно-технических инноваций, произошли кардинальные изменения как во внешней, так и во внутренней среде развития: невиданные за столетие серьезные изменения сочетались с глобальной пандемией века, конкуренцией между крупными державами значительно активизировались, а международная политическая и экономическая ситуация изменилась. импульс восстановления был слабым^[13]. В 2018 году Соединенные Штаты в одностороннем порядке спровоцировали «торговую войну» против Китая, пытаясь сдержать быстрый рост международного статуса Китая, и китайско-американские экономические и торговые трения резко обострились. Впоследствии сдерживание Китая Соединенными Штатами быстро распространилось из экономической и торговой сферы в сферу научно-технических инноваций. Тенденция «технологического разъединения» между Соединенными Штатами и их союзниками усилилась, и некоторые ключевые технологические области «застряли». В мае 2022 года журнал Nature опубликовал соответствующий отчет о китайско-американском научно-техническом сотрудничестве, указав, что под влиянием «технологического разъединения» между Китаем и США общий объем китайско-американского научно-исследовательского сотрудничества продемонстрировал «обрывистый» спад с 2019 по 2021 год. Шанхай, являющийся важным стратегическим центром построения научно-технической мощи страны, в последние сталкивается с серьезными проблемами, вызванными глубокими изменениями во внутренней и внешней среде. Неуклонно придерживаясь цели Шанхая по содействию строительству глобального научно-технического инновационного центра, необходимо провести углубленный анализ эволюции Шанхая и тенденций развития в глобальной научно-технической инновационной среде в период больших пере

мен. Это важно для точной оценки стратегии Шанхая по созданию глобального центра научно-технических инноваций. Ввиду этого данное исследование начинается с научного исследования, использует широко цитируемые бумажные данные Clarivate Analytics (Essential Science Indicators, ESI) и нацелено на 700 крупных городов по всему миру для создания «глобальной сети сотрудничества в области знаний» и «глобальной сети сотрудничества в области знаний», сеть объединения знаний " ", анализируя меняющиеся характеристики положения Шанхая на глобальной карте инноваций в области науки и техники в период больших перемен (2017-2022 гг.) с точки зрения двух измерений сотрудничества в области знаний и объединения знаний, анализируя текущие проблемы и будущие тенденции в сравнении с ведущие научно-технические инновационные центры и помощь Шанхаю в продвижении строительства глобального научно-технического инновационного центра.

1 Теоретический обзор

1.1 Глобальный научно-технический инновационный центр: значение и расширение

Понятие «глобальный научно-технический инновационный центр» впервые возникло в результате изучения истории науки и используется для обозначения тех стран, которые зажгли фитиль технологических взрывов и положили начало волне научно-технических изменений в истории человеческой цивилизации^[14]. Начиная с 1980-х годов некоторые экономисты-географы отмечают, что передовая наука и ключевые технологии часто концентрируются в очень небольшом количестве городов развитых стран, которые являются основной движущей силой национального экономического развития и усугубляют дифференциацию мироустройства.^[15] С тех пор обсуждение и исследование глобальных научно-технических инновационных центров перешло с национального уровня на городской уровень, и появилось множество результатов с точки зрения определения коннотации, системы оценки и международного сравнения, которые оказали широкое влияние на формулирование национальной и городской инновационной политики [16].

С точки зрения определения коннотации: Дю Деби и др.^[16] полагают, что глобальный научно-технический инновационный центр — это город с концентрированными научно-техническими инновационными ресурсами и широким спектром научно-технических достижений, возглавляющий трансформацию мировой науки. Инновационный центр выполняет две основные функции — научные исследования и технологические исследования и разработки, а также две производные функции — стимулирование промышленности и культурное лидерство. Он демонстрирует функциональное доминирование, структурную иерархию, пространственную агломерацию, высокий уровень промышленного производства и культурную инклюзивность в глобальном ландшафте научно-технических инноваций^[9,17]. Что касается систем оценки и международных сравнений, соответствующие результаты в основном поступают от аналитических центров или бизнес-консалтинговых организаций, таких как «Глобальный инновационный индекс (Global Innovation Index)» Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) и «Городской инновационный индекс», опубликованный австралийским аналитическим центром «2thinknow» (Innovation City Index), «Индекс Международного научно-технического инновационного центра», опубликованный Университетом Цинхуа, и «Глобальный индекс развития научно-технического инновационного центра», опубликованный Восточно-Китайским педагогическим университетом. Эти исследования имеют важное справочное значение для выяснения значения глобальных научно-технических инновационных центров, отслеживания географического процесса эволюции глобального ландшафта научно-технических инноваций, а также для страны городов при формулировании политики в области научно-технических инноваций.

Выше упомянутые исследования в основном сосредоточены на обеспеченности города ресурсными элементами, экологической институциональной поддержке и производстве научных и технологических знаний и в целом могут рассматриваться как парадигма исследования и оценки, основанная на линейной логике «затраты-выпуск». Эта парадигма имеет важные последствия для соответствующей политики. Легче найти отправную точку для действий с точ

ки зрения формулирования и запуска, но они являются лишь необходимыми условиями для инноваций, но не достаточными условиями. В определенной степени они игнорируют сложность и неэффективность – линейные характеристики современных научно-технических инноваций. В сегодняшнюю постоянно меняющуюся эпоху технологического взрыва любая ультрасовременная или ультрасовременная технология неизбежно устареет и исчезнет в какой-то момент в будущем ^[18-19]. Таким образом, для углубленного анализа значения глобальных научно-технических инновационных центров мы можем прорваться через базовую логику «затрат-выпуска» и провести расширенные дискуссии, основанные на изменениях тенденциях в современных парадигмах научно-технических инноваций. Как упоминалось в начале этой статьи, двумя наиболее яркими чертами современных научных и технологических инноваций являются широко масштабное открытое сотрудничество и междисциплинарное пересечение знаний. Таким образом, для городов-центров глобальных научно-технических инноваций, помимо обеспеченности ресурсами и институциональной поддержки, встраивание в глобальную сеть сотрудничества в области знаний и занятие ключевой позиции в сети также являются эффективными способами постоянного приобретения новых знаний и избежания замыкания на пути. ^[20] В то же время, помимо внимания к производству знаний, нам необходимо уделять больше внимания способу производства знаний. более критично сочетание разнородных знаний в разных областях ^[21].

1.2 Перспектива двойной сети: «сеть сотрудничества знаний» и «сеть объединения знаний»

«Сети сотрудничества в области знаний» подчеркивает важную роль открытого взаимодействия и внешних ресурсов в развитии городских инноваций. Современные научно-технические инновации представляют собой беспрецедентную системную сложность, более глубокий и широкий междисциплинарный характер, а также более значительные риски и неопределенности. Поэтому они все больше полагаются на создание многомасштабных и многомерных сетей сотрудничества ^[2]. Ресурсы местной технологической базы в городах ограничены. Создавая сети внешнего сотрудничества и получая доступ к ним, города

могут получать новые внешние знания и информацию, а также достигать самообновления, оптимизации и корректировки^[20]. Поэтому стратегия открытых инноваций получила высокую оценку^[23]. С точки зрения эмпирических исследований: Мат Тиссен и др.^[24] использовали данные WoS для изучения структурных характеристик, иерархий и процессов развития глобальных сетей сотрудничества в области городских знаний. Однако выборками, на которых они сосредоточились, были в основном европейские и американские города, что делает сложно полностью отобразить глобальную картину инноваций в области науки и технологий, а также быстрый рост городов в странах с новой экономикой; Гуи Циньчани и др.^[25] использовали данные WoS для построения и анализа сетей сотрудничества в области научных исследований в более чем 900 городах по всему миру. и далее исследовали влияние многомерной близости на структуру сети, но не разработали исторический сексуальный анализ; Цао Чжань и др.^[3] использовали данные WoS для анализа эволюционных характеристик сетей научно-исследовательского сотрудничества в более чем 500 городах по всему миру с 2006 по 2018 год сосредоточился на анализе роста китайских городов.

«сети объединения знаний» подчеркивают решающую роль эндогенной динамики эволюции знаний в инновационном развитии городов. Рождение новых знаний происходит в результате объединения и реконструкции существующих знаний^[26]. Например, в 2021 году система искусственного интеллекта AlphaFold, разработанная DeepMind, смогла предсказать 214 миллионов белковых структур более чем 1 миллиона видов, охватывая почти все известные белки на земле, добившись беспрецедентного и огромного прогресса в области предсказания структуры белков... Этот инновационный прорыв происходит в результате перекрестного слияния соответствующих знаний в области искусственного интеллекта и знаний в области структурной биологии. Этот процесс также можно рассматривать как процесс реконструкции различных комбинаций знаний в сеть объединения знаний. Формирование сетей знаний не является случайным: смогут ли разные знания образовывать ценные и содержательные комбинации и образовывать эффективные инновации, зависит не только от понима

ния, усвоения и применения их субъектом инновации, но и от объективной внутренней самоорганизации и между ними: знания, логика ^[27]. Из-за ограниченной рациональности инновационных субъектов, особенностей локального поиска и неопределенности сочетания знаний объединение и реконструкция знаний часто ограничиваются зрелыми научными и технологическими областями в городах ^[28]. Другими словами, успех объединения знаний зависит от корреляции (родственности) между различными знаниями. Более высокая корреляция указывает на то, что инновационные субъекты города имеют схожую когнитивную основу для этих разных знаний, а смежные отрасли имеют схожую когнитивную основу. Для этих разных знаний использование и обработка имеют схожую инфраструктуру и методы управления ^[29]. Этот закон географы-экономисты называют «законом ассоциации» ^[30]. Закон корреляции объясняет динамический механизм формирования и эволюции сетей объединения знаний на микроуровне. Прямым результатом является то, что городские инновации демонстрируют значительные характеристики зависимости от пути, то есть генерация новых городских знаний ограничивается существующей базой знаний. ^[29].

Однако между различными знаниями существует неоднородность: для некоторых очень сложных знаний, даже если они имеют высокую корреляцию с существующими знаниями города, во всем городе сложно умело овладеть и свободно их комбинировать. Например, в 2022 году одним из десяти лучших научных прорывов, выбранных журналом Science, стали глубокие исследования и прорывные инновации китайских ученых в области многолетнего гибридного риса. Хотя многие страны и регионы мира обладают знаниями, связанными с выращиванием и производством риса, разработать и вырастить высококачественный, высокоурожайный и специфичный гибридный рис чрезвычайно сложно, что требует огромного количества накопленных знаний, научного оборудования, и научных таланты. Высокие требования зачастую могут удовлетворить лишь несколько стран и мест. Другими словами, то, что определяет конкурентоспособность городских технологических инноваций, — это очень сложные передовые знания, которые часто трудно копировать и имитировать, и ими владеют ли

шь немногие города ^[31]. Хотя изучать и развивать та
кого рода сложные знания чрезвычайно сложно, они
также имеют большие преимущества ^[32].

Таким образом, путем наложения измерения слож
ности знаний на измерение актуальности знаний м
ожно построить аналитическую основу для объясн
ения и оценки возможностей сочетания городских
знаний и путей инновационного развития ^[33]. Как пок
азано на рисунке 1, Высокая значимость для местной
базы знаний, с низким риском рекомбинации и экс
плуатации (высокая релевантность); нижний правый
квадрант указывает на то, что город обладает знан
иями с более низкой отдачей (низкая сложность) и м
еньшим риском рекомбинации и эксплуатация (высо
кая актуальность), но существует вероятность поп
адания в зависимость от пути; верхний левый квад
рант указывает на то, что хотя знания, которыми вла
деет город, могут принести более высокую отдачу
(высокая сложность), они менее релевантны для мес
тной базы знаний, требуют много инвестиций и име
т риск неудачи (низкая релевантность); нижний лев
ый квадрант указывает на то, что знания, которыми
обладает город, не только имеют низкую отдачу (ни
зкая сложность), но и имеют высокие риски реорган
изации и использования (низкая релевантность), и
склонен к блокировке пути.

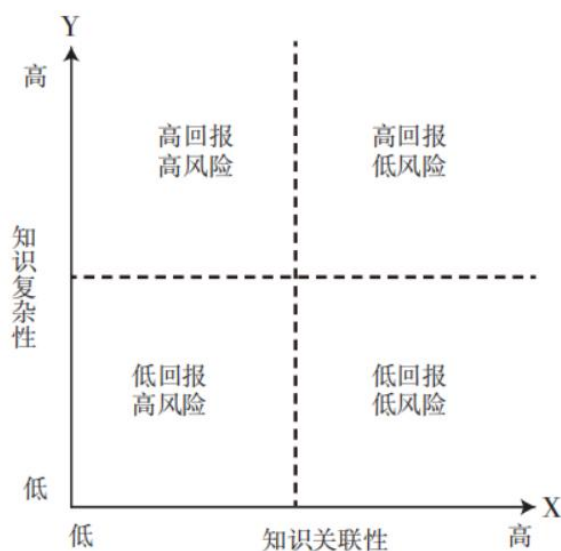


Рисунок 1. Схема анализа возможностей объедин
ения знаний и путей инновационного развития

2 Данные и методы

Научные работы являются важной формой вывода научно-технических инноваций. В этом исследовании используются широко цитируемые бумажные данные Clarivate Analytics ESI, выбираются 700 крупных городов по всему миру со ссылкой на серию исследований GaWC, а также используется информация о совместном появлении адресов исследовательских учреждений в документе и информация о совместном возникновении субъекта, область, к которой относится статья, для создания «глобальной сети сотрудничества в сфере знаний» и «глобальной сети портфеля знаний». В конце 2017 года генеральный секретарь Си Цзиньпин сделал важное заключение о «крупных переменах, невиданных за столетие». В этом исследовании 2018 год используется в качестве водораздела между периодом до и после больших перемен, и, учитывая «временной лаг» между процессом исследования и публикацией статьи, для агрегирования выбраны два временных окна: 2015-2017 и 2020-2022 годы. Исходные данные, сравнительный анализ меняющихся характеристик Шанхая в глобальной науке и технологических инновациях до и после великих перемен.

2.1 Построение и анализ глобальной сети сотрудничества в области знаний

Сначала данные о высокоцитируемых статьях получают пакетами из базы данных WoS, адресная информация исследовательских учреждений каждой статьи суммируется в масштабе города, а статьи, содержащие два или более разных города, отсеиваются. Затем постройте матрицу связей городского научно-технического сотрудничества: если исследовательские учреждения, о которых говорится в совместной научно-технической статье, расположены в разных городах, то в статье имеется $n \times (n-1)/2$ межгородского сотрудничества, и связи сотрудничества между любыми двумя городами. Сила равна 1. Суммируя и объединяя все совместные документы, можно построить сеть сотрудничества в области знаний между городами. Степень связности города в сети представляет собой сумму всех межгородских кооперативных связей за период исследования. Чем выше степень связности, тем сильнее контроль над ресурсами и возможности распространения в сети.

В этом исследовании проводится анализ в двух измерениях: узлах (отдельных городах) и краях (парах городов). Для измерения узла, чтобы облегчить горизонтальное сравнение между городами, сетевое соединение рассматривается в процентах (отношение к максимальному сетевому соединению). Для изучения диахронических изменений были использованы индикатор «стандартизированное изменение связности» (далее именуемый «стандартизированное изменение»), взятый из методов Деруддера и др.^[34] и Цао Чжана и др.^[3]. конкретный метод расчета не будет описываться снова. Используя этот метод, мы фокусируемся на наблюдении за изменениями в связях сотрудничества между Шанхаем и другими городами внутри страны и за рубежом в течение периода исследования, а также оцениваем изменения в центре связи Шанхая в глобальной сети сотрудничества в области знаний.

2.2 Построение и анализ глобальной сети портфеля знаний

При построении сети объединения знаний используется информация предметной классификации, содержащаяся в бумажных данных WoS. WoS разработал набор стандартов предметной классификации для всех включенных в него научных журналов и монографий, охватывающий 254 тематических категории. Когда статья включена, она будет классифицирована в одну или несколько предметных областей на основе этого стандарта. В этом исследовании, если статья одновременно разделена на разные предметные области, считается, что результаты исследования включают в себя разнородные комбинации знаний в разных предметных областях и образуют сеть объединения знаний. Как указывалось выше, корреляция является основной движущей силой формирования и развития сетей объединения знаний. Путем расчета корреляции между различными знаниями можно определить вес ребер в сети и в дальнейшем построить сеть знаний. Это исследование в основном было сосредоточено на естественных науках, не учитывая гуманитарные науки, искусство и социальные науки, и в конечном итоге включило в компьютерный анализ 194 предметных области. Конкретная операция относится к методу минимальной вероятности совместного возникновения, предложенному Идальго

и др. [35] для выявления знаний субъекта о том, что каждый город имеет выявленное сравнительное преимущество, и построения матрицы знаний о городе с двумя моделями 0-1 [35].

$$RCA_{c,i} = \frac{\text{paper}_{c,i} / \sum_i \text{paper}_{c,i}}{\sum_c \text{paper}_{c,i} / \sum_e \sum_i \text{paper}_{c,i}} \quad (1)$$

$$MC_{c,i} = \begin{cases} 1, & RCA_{c,i} \geq 1 \\ 0, & RCA_{c,i} < 1 \end{cases} \quad (2)$$

Формула сложная: Paper_{c,i} — это количество статей, опубликованных городом в предметной области *i*. Бинаризуйте все результаты расчета RCA и постройте матрицу относительных сравнительных преимуществ города $M_{c,i}$. Затем, основываясь на минимальной условной вероятности того, что две разные области имеют сравнительные преимущества в одном и том же городе одновременно, вычислите корреляцию $\Phi_{i,j}$ между различными предметными областями. узел, может быть построена сеть комбинации знаний:

$$\phi_{i,j} = \min\{P(RCA_{c,i} RCA_{c,j}), P(RCA_{c,j} RCA_{c,I})\} \quad (3)$$

Сравнить разные города в сетях портфолио знаний. Структурная неоднородность города помещена в аналитическую структуру, показанную на рисунке 1, чтобы изучить сочетание знаний, которыми обладает город. модель встречи и разработки, необходимы дополнительные знания в области расчетов Плотность и сложность ассоциаций. Плотность корреляции знаний в основном Они используются для измерения степени корреляции между определенными знаниями в городе и общей структурой знаний города. В этом исследовании используется метод расчета корреляционной плотности, предложенный Балландом и др. [33], в основном с упором на знания, и имеющие относительные сравнительные преимущества в городах:

$$RDC_{c,i} = \frac{\sum_{j \in c, j \neq i} \phi_{i,j} \times MC_{c,j}}{\sum_{j \neq i} \phi_{i,j}} \times 100 \quad (4)$$

И дальго и др. [32] впервые разработали алгоритм ложности, основанный на итерации матрицы собственных векторов. Его основное предположение закл

ючается в том, что продукты или технологии с высокой сложностью принадлежат только нескольким регионам, в то время как продукты или технологии с низкой сложностью могут принадлежать большинству регионов. иметь. Так челла и др. [36] усовершенствовали этот метод и предложили алгоритм сложности, основанный на нелинейной итерации. Этот проект использует метод Такчеллы и др. для расчета технической сложности города. Выражение имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \tilde{KCl}_c^{(n)} = \sum_i MC, j KCl_c^{(n-1)} \\ \tilde{KCl}_c^{(n)} = \frac{1}{\sum_i MC, j \frac{1}{KCl_c^{(n-1)}}} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} KCl_c^{(n)} = \frac{KCl_c^{(n)}}{\langle KCl_c^{(n)} \rangle_c} \\ KCl_i^{(n)} = \frac{KCl_i^{(n)}}{\langle KCl_i^{(n)} \rangle_i} \end{cases} \quad (5)$$

В формуле начальное значение городской технической сложности установлено равным $\tilde{KCl}_c^{(n)} 1$, а начальное значение сложности в определенной технической области установлено $\tilde{KCl}_i^{(n)}$ равным 1. $M_{c,j}$ показывает, имеет ли технология города относительное преимущество. После завершения каждой итерации сумма $\tilde{KCl}_c^{(n)}$ нормализуется $\tilde{KCl}_i^{(n)}$ для получения $\tilde{KCl}_c^{(n)}$ суммы $\tilde{KCl}_i^{(n)}$. $\tilde{KCl}_c^{(n)}$ и $\tilde{KCl}_i^{(n)}$ городская и технологическая сложность после итераций соответственно.

3 Результаты исследования

3.1 Шанхай в глобальной «сети сотрудничества в области знаний» в условиях больших перемен

3.1.1 Изменение характеристик связности Шанхая

В Таблице 1 показаны 30 крупнейших городов в глобальной сети сотрудничества в области знаний. Среди них европейские и американские города всегда имели явный «монопольный» статус, и их число значительно превышает число городов других регионов. Рейтинг Шанхая за исследуемый период поднялся с 28-го на 11-е место, при этом темпы роста подключений составили 55,7%. Хотя Шанхай по-прежнему сильно отстает от ведущих мировых инновационных центров, таких как Лондон, Нью-Йорк и Бостон, этот разрыв постепенно сокращается. За исследуемый период интенсивность социальных инвестиций Шанхая в исследования и экспериментальные разработки значительно возросла: с 104,9 млрд юаней в 2016 году до 187,5 млрд юаней в 2022 году, а их доля в ВВП также увели

表1 全球城市知识合作网络中连接度排名前30的城市
Tab.1 The 30 most connected cities in the global network of interurban knowledge collaboration

排名	城市	相对连接度(2015—2017年)	城市	相对连接度(2020—2022年)
1	波士顿	100.00	伦敦	100.00
2	纽约	87.57	波士顿	98.11
3	伦敦	83.79	北京	97.83
4	北京	73.03	纽约	96.98
5	巴黎	70.59	巴黎	68.60
6	巴塞罗纳	62.13	巴塞罗纳	66.35
7	多伦多	60.95	多伦多	60.58
8	西雅图	60.55	米兰	59.95
9	马德里	58.97	西雅图	57.00
10	巴尔的摩	54.60	马德里	56.44
11	首尔	51.82	上海	54.27
12	罗马	50.62	阿姆斯特丹	52.21
13	芝加哥	50.02	巴尔的摩	51.86
14	米兰	49.49	墨尔本	51.72
15	海德堡	49.41	芝加哥	50.81
16	休斯敦	48.24	休斯敦	49.66
17	墨尔本	46.90	悉尼	49.55
18	柏林	46.86	费城	49.21
19	哥本哈根	46.43	罗马	49.13
20	斯德哥尔摩	45.97	首尔	48.56
21	费城	45.82	香港	46.71
22	东京	45.62	东京	44.89
23	悉尼	45.24	柏林	42.94
24	莫斯科	44.90	旧金山	41.89
25	阿姆斯特丹	44.27	阿姆斯特丹	41.86
26	阿姆斯特丹	42.54	亚特兰大	40.94
27	亚特兰大	42.43	斯德哥尔摩	39.82
28	上海	41.18	莫斯科	39.76
29	旧金山	41.12	武汉	38.53
30	华盛顿	40.92	蒙特利尔	38.34

чилась с 3,95% до 4,20%, что на много выше, чем в национа

льный уровень Средний. Шанхай также быстро добился прогресса в трансформации научно-технических достижений. Что касается самых талантливых людей, согласно статистике ученых высокого уровня «Индекс природы», в 2021 году в Шанхае насчитывается 11 215 ученых высокого уровня, занимая второе место среди 20 крупнейших городов мира (уступая только Пекину и выше, чем Лондон). Что касается крупных научных объектов в Нью-Йорке, Шанхай строит крупный научный центр «1+7+X», возглавляемый лазерным устройством на свободных электронах с жестким рентгеновским излучением, на основе 7 крупных фотонных научных объектов, таких как Шанхайский источник света, и поддерживается объектами в других областях. Система, образующая крупнейший в мире кластер научных учреждений с наиболее комплексными типами и самыми сильными комплексными сервисными функциями. Выше изложенное показывает, что, поскольку цель и видение «выдающегося глобального города» были уточнены в 2017 году, Несмотря на большие изменения и сложности в постоянно меняющемся международном политическом и экономическом ландшафте, Шанхай по-прежнему эффективно интегрируется в глобальную сеть сотрудничества в области знаний, значительно улучшая связь, увеличивая инвестиции в НИОКР и объемы производства, непрерывную оптимизацию научных и технологических талантов и научное оборудование и значительно улучшенный инновационный потенциал. Однако в национальном масштабе между Шанхаем и Пекином все еще существует большой разрыв.

30 крупнейших городов в глобальной сети сотрудничества в области городских знаний с точки зрения связности

3.1.2 Изменение характеристик шанхайского соединения

Рисунок 2 представляет собой гистограмму, сравнивающую интроверсию и экстраверсию на основе доли внутреннего и международного сотрудничества в области знаний от общего сотрудничества в глобальных городах, таких как Шанхай. Сравнивая два временных окна, степень внешней агломерации Шанхая значительно снизилась, а степень внутренней радиации значительно увеличилась. Его роль «двух

секторов» претерпела значительные изменения в период больших перемен. В Пекине наблюдается такая же тенденция перемен, как и в Шанхае. Для сравнения, внутренняя и внешняя ориентация Лондона и Нью-Йорка существенно не изменилась, что указывает на то, что «технологическое разделение» оказывает незначительное влияние на пространственное измерение их кооперативных связей и что Китай, как их партнер, в некоторой степени заменим. . из.

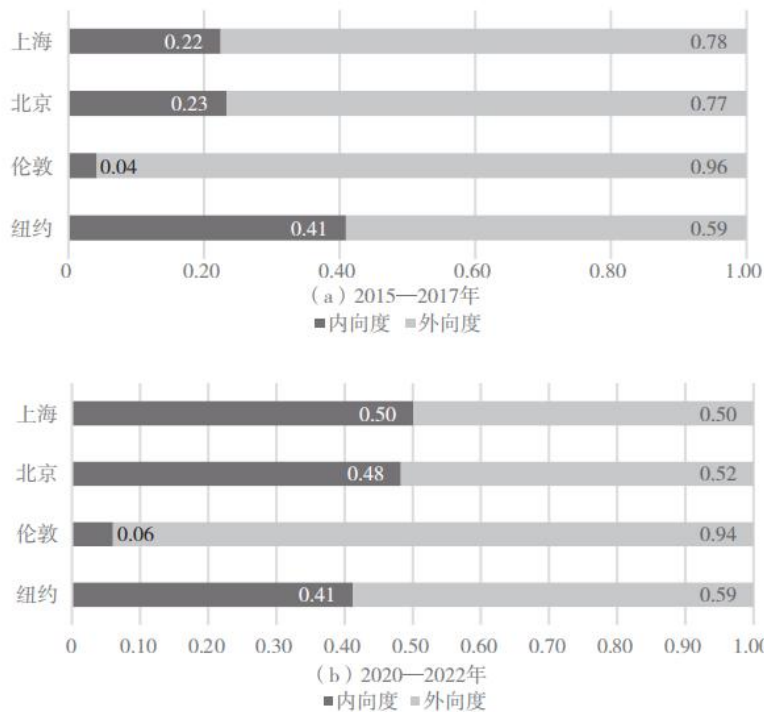


Рисунок 2. Интроверсия и экстраверсия в Шанхае, Пекине, Лондоне и Нью-Йорке.

В таблице 2 показаны стандартизированные значения изменения интенсивности сотрудничества 20 крупнейших отечественных и зарубежных городов с интенсивностью межгородского сотрудничества с Шанхаем в течение двух периодов времени. Логика расчета следующая: сначала выберите 20 крупнейших отечественных и зарубежных городов с силой межгородского сообщения с Шанхаем в период с 2015 по 2017 год и с 2020 по 2022 год и выполните объединенную обработку, получив таким образом 24 китайских города и 30 зарубежных городов. Затем метод Цао Чжана и др. [3] был использован для расчета стандартизованного значения изменения интенсивности межгородского сотрудничества между этими городами и Шанх

а ем за два периода. Если значение стандартизированного изменения положительное, это означает, что рост интенсивности межгородского сотрудничества превышает общее ожидание; если значение стандартизированного изменения близко к 0, это означает, что изменение интенсивности межгородского сотрудничества имеет тенденцию соответствовать общему ожиданию; если стандартизированное значение изменения отрицательно, это означает, что интенсивность сотрудничества между городами. Интенсивность сотрудничества растет медленнее, чем общие ожидания. Из результатов видно, что: с одной стороны, под влиянием «технологического разъединения» между Китаем и Соединенными Штатами, фокус транснационального сотрудничества в области знаний в Шанхае сместился с Северной Америки на Европу. С другой стороны, внутреннее сотрудничество в Шанхае в области знаний продолжает расширяться, постепенно распространяясь на запад, север и юго-запад. В целом, хотя на аспект связей Шанхая в глобальной сети сотрудничества в области знаний глубоко повлияло «технологическое разъединение» между Китаем и Соединенными Штатами, с другой точки зрения, он также демонстрирует высокий уровень устойчивости и внутренней мощи, а также сотрудничества и связей. Степень сотрудничества в целом неуклонно растет, и фокус сотрудничества сместился из Северной Америки в Европу, а также из зарубежных стран в отечественные.

表2 两个时段内与上海跨城合作强度排名前20城市的合作强度标准化变化值

Tab.2 Changes in standardized network connectivity between the 20 most connected Chinese/foreign cities and Shanghai during the two periods

中国城市	与上海合作强度的标准化变化值	外国城市	与上海的合作强度的标准化变化值
天津	2.43	柏林	1.98
西安	2.06	赫尔辛基	1.63
南京	0.86	诺丁汉	1.56
徐州	0.85	圣路易斯	1.41
广州	0.75	新西伯利亚	1.32
桂林	0.70	图森	1.17
哈尔滨	0.65	伦敦	0.96
南通	0.64	鹿特丹	0.84
青岛	0.50	华盛顿	0.60
南京	0.46	纽约	0.56
长春	0.07	都灵	0.39
武汉	-0.34	海德堡	-0.07
济南	-0.50	芝加哥	-0.10
合肥	-0.56	那不勒斯	-0.15
福州	-0.57	费城	-0.16
香港	-0.58	莫斯科	-0.30
成都	-0.62	休斯敦	-0.39
苏州	-0.64	巴尔的摩	-0.43
深圳	-0.68	蒙特利尔	-0.48
北京	-0.70	米兰	-0.57
重庆	-0.97	斯德哥尔摩	-0.67
郑州	-1.12	慕尼黑	-0.72
杭州	-1.20	罗马	-0.72
长沙	-1.51	马德里	-0.74
—	—	巴黎	-0.77
—	—	阿姆斯特丹	-0.78
—	—	巴塞罗那	-0.81
—	—	西雅图	-1.09
—	—	多伦多	-1.32
—	—	波士顿	-2.15

Таблица 2. Стандартизированные изменения интенсивности сотрудничества с 20 ведущими городами в межгородском сотрудничестве с Шанхаем в течение двух периодов

3.2 Шанхай в глобальной «сети объединения знаний» в условиях великих перемен

3.2.1 Изменение характеристик значимости и сложности Шанхая

На рис. 3 показана глобальная сеть объединения знаний, построенная на основе результатов расчета корреляции знаний. Края на рисунке — это корреляции между различными предметными областями, которые рассчитываются по формуле (3). Для облегчения визуального выражения сохраняются только комбинации знаний с корреляциями больше 0,4. Узлы на рисунке представляют различные научные области WoS, цвет узла представляет предметную классификацию ESI[®], к которой принадлежит научная область, а размер узла представляет общее количество высокоцитируемых статей, опубликованных в данной предметной области. В целом глобальная сеть объединения знаний демонстрирует очевидную структуру «ядро – периферия», включающую два тесно связанных ядра знаний (показаны красным пунктиром на рисунке): одно основано на клинической медицине, молекулярной биологии и генетике, иммунологии и т. д.; второе — традиционное ядро инженерно-прикладной науки, состоящее из инженерных наук, материаловедения, химии и т. д. Внутри этих двух ядер существует плотное междисциплинарное и разнообразное сочетание знаний. Сравнивая два периода, можно обнаружить, что плотность и сила корреляции глобальной сети объединения знаний значительно увеличились. Плотность сети увеличилась с 0,057 в 2015-2017 годах до 0,105 в 2020-2022 годах. Средняя сила корреляции между знаниями в различных областях увеличилась с 2015-2017 гг.. Он вырос с 0,46 в 2017 г. до 0,47 в 2020-2022 гг., что показывает, что широта и глубина глобальных комбинаций знаний и дисциплинарных пересечений постоянно увеличиваются.

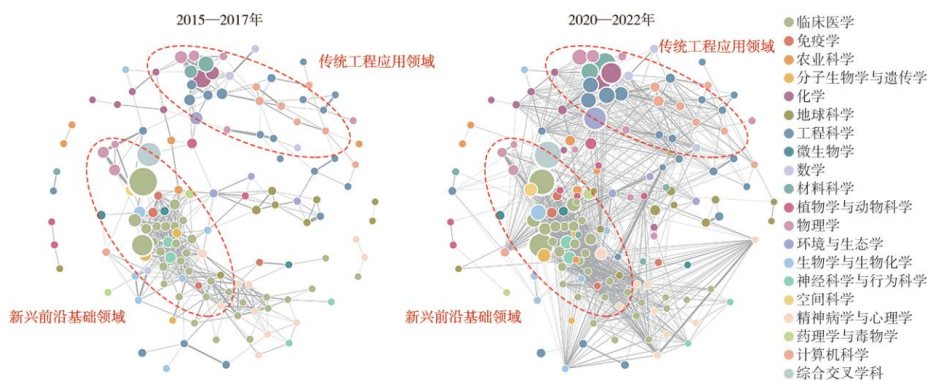


图3 全球知识组合网络的总体结构

Fig.3 The overall structure of the global network of knowledge combination

Рисунок 3. Общая структура глобальной сети пор
тфеля знаний

По формуле (1) и формуле (2) рассчитываются изменения дисциплин с явными сравнительными преимуществами в Шанхае за два периода. Результаты показывают, что в Шанхае с 2015 по 2017 год имеется 57 дисциплин с сравнительными преимуществами, а количество увеличится до 65 с 2020 по 2022 год. Взяв за основу рисунок 3 и наложив друг на друга дисциплины, имеющие сравнительные преимущества в Шанхае, мы можем получить шанхайскую сеть объединения знаний, как показано на рисунке 4. В основном она используется для изучения характеристик положения доминирующих дисциплин в разных городах в глобальных знаниях. Комбинированная сеть для отражения различных путей развития городских научно-технических инноваций. На рисунке 4 легко видеть, что доминирующие предметные области в Шанхае в период с 2015 по 2017 год в основном сосредоточены в ядре традиционных инженерно-прикладных наук, включая материаловедение (нанонаука и нанотехнологии, междисциплинарное материаловедение), инженерные науки (экологическая инженерия, химическая инженерия, электротехника и электроника, энергетика и топливная инженерия), физика (прикладная физика, оптическая физика, физика конденсированного состояния) и информатика (информационные системы, искусственный интеллект, разработка программного обеспечения и т. д.). С 2020 по 2022 год в общей сложности 38 выгодных дисциплин останутся стабильными, 19 выг

одных дисциплин исчезнут, а ²⁷ выгодных дисциплин войдут. Среди них доминирующие дисциплины, которые остаются стабильными, в основном сосредоточены в некоторых областях химии, машиностроения, материаловедения и физики, доминирующие дисциплины, которые вышли из игры, в основном сосредоточены в некоторых областях информатики, физики и математики, а доминирующие дисциплины, которые вошли, сосредоточены в основном в науках о жизни, некоторых областях науки, химии, машиностроении и материаловедении. В целом, модель развития структур знаний Шанхая демонстрирует значительные характеристики сосуществования «зависимости от пути» и «обновления пути». Хотя традиционная область инженерных приложений продолжает углубляться, она также продолжает претерпевать преемственность, кроме того, в Шанхае существует также местный тенденция «прорыва пути», и некоторые сравнительные преимущества постепенно появляются в новых передовых областях, таких как молекулярная биология и генетика, биология и биохимия.

На рисунке 4 показаны характеристики распределения дисциплин сравнительных преимуществ других ведущих мировых центров науки и технологий (Пекин, Лондон и Нью-Йорк) в глобальной сети портфеля знаний. Распределение доминирующих дисциплин и моделей сочетания знаний в Пекине и Шанхае относительно схоже, причем оба они сконцентрированы в традиционных инженерных областях применения. Доминирующие дисциплины в Лондоне и Нью-Йорке демонстрируют совершенно разные характеристики распределения в глобальной сети портфеля знаний. Такие науки, как биология и биохимия. Этот результат согласуется с результатами исследований Мяо и др. [37] Неравномерное распределение технологических инноваций в глобальном масштабе тесно связано со стадиями социально-экономического развития, факторами обеспеченности ресурсами и геосторической эволюцией различных регионов. С момента основания Китайской Народной Республики Китай постепенно сформировал национальную научно-техническую систему, в которой «наука и техника служат национальной обороне и экономическому строительству», с особым упором на использование развития науки и техники для продвижения страт

егической линии страны. Превращение из аграрной страны в индустриальную державу. Долгосрочное политическое продвижение позволило Китаю постепенно установить сравнительные преимущества в таких научных областях, как машиностроение, материаловедение и химическое машиностроение. Развитые страны, такие как Великобритания и США, вступили в постиндустриальную эпоху с середины 20-го века. эра науки и техники, отмеченная системной биологией. Технологическая революция.

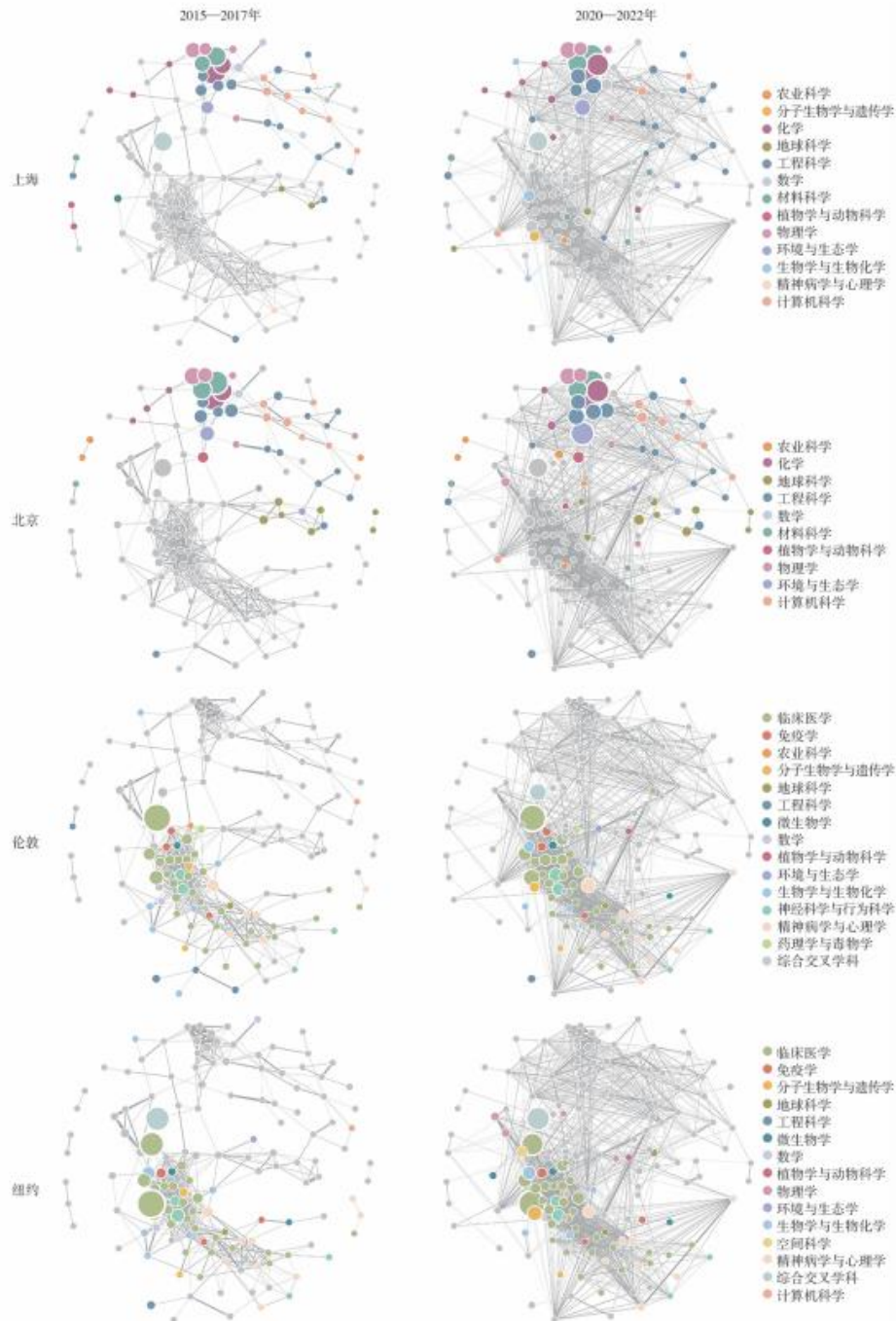


Рисунок 4. Характеристики распределения дисциплин сравнительных преимуществ в Шанхае, Пекине, Лондоне и Нью-Йорке в глобальной сети объединенных знаний

В таблице 3 показаны 10 лучших и 10 худших городов по сложности, рассчитанные по формуле (5). Сравнивая два временных окна, можно ясно увидеть, что сложность многих городов Китая быстро возросла, гла

вным образом потому, что они обычно имеют сравнительные преимущества в областях инженерных приложений, таких как компьютеры, химия, физика и т. д., и эти области относительно непопулярны в городах, охваченных исследованием. Выборка более сконцентрирована в китайских городах и, как правило, демонстрирует более высокую пространственную специфичность, поэтому она также показывает более высокий рейтинг в результатах расчета сложности. С 2015 по 2017 год сложность Шанхая составляла 1,53, занимая 4-е место; с 2020 по 2022 год сложность Шанхая увеличилась до 1,88, но опустилась до 12-го. Этот результат следует интерпретировать диалектически. Снижение рейтинга Шанхая не означает, что уровень научных и технологических инноваций в Шанхае снизился. Скорее, это во многом связано с тем, что разнообразие дисциплин, в которых Шанхай имеет сравнительные преимущества, увеличилось. относительно низкая сложность. Появились новые достижения, благодаря которым общая сложность была снижена. И наоборот, для китайских городов, таких как Чэнду, Ухань и Ханчжоу, где сложность быстро растет, растущие сравнительные преимущества в традиционных областях применения, таких как компьютеры, химия, физика и инженерное дело, не обязательно могут быть хорошим явлением. Модель развития Она может продолжать усиливать «зависимость от пути» городских технологических инноваций и создавать риск попадания в «затоп пути».

3.2.2 Изменение характеристик возможностей портфеля знаний Шанхая и путей развития

На рисунке 5 показаны возможности объединения знаний и пути развития инноваций в Шанхае, Пекине, Нью-Йорке и Лондоне. Среди них: — — — Среднее значение рассчитывается по формуле (5). Размер средней точки на рисунке (5) представляет общее количество остатков, опубликованных городом в различных предметных областях. Основываясь на структуре анализа, показанной на рисунке 1, нетрудно обнаружить путем наблюдения, что Шанхай и Пекин имеют более выгодные знания в верхнем правом квадранте, и они в основном относятся к дисциплинам в традиционных областях применения, таких как компьютеры, хи

мия, физика и инженерное дело, что указывает на то, что Шанхай и Пекин Модель сочетания знаний и путь развития относятся к типу «высокодоходный, низкий риск», но эта модель развития с низким уровнем риска может легко усилить «зависимость от пути», а также существует возможность «блокировка пути». В то же время Шанхай и Пекин не имеют многих выгодных дисциплин («высокодоходные, высокорискованные») в верхнем левом квадранте, что показывает, что по сравнению с Лондоном и Нью-Йорком Шанхай все еще имеет возможность воспользоваться этой возможностью. «прорыва пути» и раскрыть потенциал новых полезных дисциплин. Много места. Сравнивая два временных окна, легко увидеть, что с 2015 по 2017 год в Шанхае было небольшое количество перспективных дисциплин в верхнем левом квадранте, в основном сосредоточенных в науках о жизни и клинической медицине. верхнего левого квадранта больше не существует. Путем дальнейшего анализа данных можно увидеть, что в области наук о жизни и клинической медицины, хотя общее количество операций в Шанхае увеличилось с 4295 операций в 2015-2017 годах до 5256 операций в 2020-2022 годах, увеличение в основном происходит из Шанхая и китайских городов. Что касается внутреннего сотрудничества между Шанхаем и европейскими и американскими городами, объем сотрудничества между Шанхаем и европейскими и американскими городами имеет тенденцию к снижению: с 1837 случаев сотрудничества в 2015-2017 годах до 1677 случаев сотрудничества в 2020-2022 годах. До «технологического разъединения» общий объем сотрудничества между Китаем, Европой и Соединенными Штатами в этой области увеличивался из года в год. выпуск научных работ в этой области в определенной степени сжимается. Это еще раз показывает, что «технологическое разделение» между Китаем и Соединенными Штатами оказало большее влияние на инновационные исследования Шанхая в основных приграничных

х месторождениях.

表3 全球复杂性排名前10位与后10位的城市
Tab.4 The top 10 and bottom 10 cities in terms of complexity

		复杂性 (2015—2017年)	城市	复杂性 (2020—2022年)
城市 (前10位)	悉尼	1.74	成都	2.56
	香港	1.66	北京	2.42
	北京	1.58	武汉	2.42
	上海	1.53	杭州	2.38
	布里斯班	1.52	南京	2.36
	南京	1.52	西安	2.34
	蒙特利尔	1.48	首尔	2.27
	武汉	1.46	长沙	2.23
	广州	1.43	广州	2.04
	新加坡	1.43	香港	2.02
城市 (后10位)	阿雷格里港	0.50	日内瓦	0.52
	利物浦	0.49	巴塞尔	0.52
	基辅	0.43	鹿特丹	0.5
	利马	0.42	马赛	0.47
	马尼拉	0.41	罗切斯特	0.47
	斋浦尔	0.39	伯明翰	0.41
	德班	0.38	纳什维尔	0.39
	亚的斯亚贝巴	0.33	开普敦	0.37
	库埃纳瓦卡	0.29	达拉斯	0.35
	第比利斯	0.25	休斯敦	0.33

Таблица 3. Топ-10 и худшие 10 городов страны по сложности

4. Заключение и обсуждение.

4.1 Основные выводы

Ускорение строительства научно-технического инновационного центра с глобальным влиянием является важной задачей и стратегической миссией, возложенной на Шанхай ЦК партии во главе с товарищем Си Цзиньпином. социальное развитие и повышение энергетического уровня города и основной конкурентоспособности. Сила является важной поддержкой для нашей страны в построении мировой державы в области науки и технологий. С тех пор, как в 2017 году в Генеральном плане Шанхая до 2035 года было уточнено строительство центра технологически инноваций с глобальным влиянием, Шанхай столкнулся с последствиями изменения парадигм инновационного развития и резким увеличением внутренних и внешних проблем, связанных с рисками. На этом фоне в этой статье используются данные широкоцитируемых научных исследований за 2015–2017 и 2020–2022

годы для изучения роли Шанхая в глобальной науке и технологиях в период больших перемен от двух измерений «глобальной сети сотрудничества в области знаний» и «Глобальная сеть объединения знаний» Эволюционная динамика и тенденции развития инновационной среды. Исследование показало, что: ① Перед лицом изменений во внешней среде статус Шанхая в глобальной сети сотрудничества в области знаний значительно улучшился, но по сравнению с ведущим глобальным центром инноваций в области науки и технологий. (Лондон, Нью-Йорк, Бостон и т. д.) По-прежнему существует большой разрыв, кроме того, в национальном масштабе разрыв между Шанхаем и Пекином по-прежнему значителен. ② Поскольку «технологическое разделение» между Китаем и Соединенными Штатами усиливается, пространственная связь Шанхая в глобальной сети сотрудничества в области знаний сильно пострадала, но она также продемонстрировала значительную устойчивость. Функция «двух секторов» Шанхая, заключающаяся в распространении знаний вовне и стимулировании распространения знаний внутри страны, претерпела структурные изменения: степень внешней агломерации значительно сократилась, в то время как степень внутренней радиации значительно возросла. В то же время центр тяжести связей Шанхая в глобальной сети сотрудничества в области знаний сместился из Северной Америки в Европу, а центр тяжести связей в национальной сети сотрудничества в области знаний расширился с востока на север и запад. ③ Шанхай занимает ключевую позицию в глобальной сети объединения знаний и имеет значительные сравнительные преимущества в традиционных областях применения, таких как компьютеры, химия, физика и инженерия, а также добился некоторых прорывов в области наук о жизни и молекулярной генетики. ④ Путь инновационного развития Шанхая характеризуется моделью «высокодоходности и низкого риска», которая демонстрирует сосуществование характеристик развития «зависимости от пути» и «обновления пути» в традиционных областях применения, но существует также риск «блокировки пути». В то же время, под влиянием «технологического разъединения» между Китаем и Соединенными Штатами, «прорывные пути» Шанхая в новых базовых областях относительно от

стают, и еще есть много возможностей для исследований.

4.2 Расширенное обсуждение

В статье «Растущий глобальный инновационный центр: эволюционные характеристики китайских городов в глобальной сети сотрудничества городских научных исследований» автор проанализировал эволюцию глобальной сети сотрудничества городских научных исследований с 2002 по 2006 год и с 2014 по 2018 год, уделив особое внимание Анализ китайских городов. Тенденция развития общего роста Интернета также вызвала беспокойство по поводу того, смогут ли китайские города сохранить и улучшить свой статус на глобальной карте научно-технических инноваций в неопределенной международной среде. Благодаря исследованию в этой статье глобального ландшафта инноваций в области науки и техники и пути развития Шанхая в период больших перемен становится ясно, что радикальные изменения во внешней среде не оказали разрушительного влияния на дальнейший подъем Шанхая в мировой науке и мире. технологический инновационный ландшафт, но они имеют функциональную структуру «двух секторов», возможности объединения знаний и пути инновационного развития имеют различную степень воздействия.

Многие ученые считают, что, хотя результатом «технологического разделения» может быть только проигрышная ситуация, судя по нынешнему направлению тенденций, до тех пор, пока правительство США действительно не осознает, что разделение принесет серьезные негативные последствия для Соединенных Штатов, темпы отделения не остановятся [38]. Из результатов исследования сети сотрудничества в области знаний мы видим, что статус Шанхая и других городов Китая в сети по-прежнему быстро улучшается под влиянием внешней среды, что показывает, что после многих лет накопления научно-технические достижения Китая Инновационная сила достигла значительного развития и обладает значительной устойчивостью к внешним потрясениям, блокада и сдерживание со стороны США и их союзников оказывают ограниченное влияние на развитие независимой инновационной системы Китая и ключевы

е ключевые научные и технологические прорывы. Несмотря на это, необходимо осознавать, что между Шанхаем и другими ведущими глобальными научно-техническими инновационными центрами по-прежнему существует явный разрыв. в краткосрочной перспективе. Шанхай должен опираться на регион, использовать строительство «Сообщества научно-технических инноваций в дельте реки Янцзы» и «Коридора научно-технических инноваций G60» в качестве практической отправной точки, и далее использовать преимущества международной открытости для внешнего мира., углублять многоплановое сотрудничество в области науки и технологических инноваций и в полной мере использовать ведущую роль Шанхая как основного города в регионе дельты реки Янцзы, укреплять всестороннюю, многоуровневую и широкую внутреннюю и международную научно-техническую деятельность. инновационные обмены и сотрудничество, в полной мере раскрыть роль Шанхая как центрального узла внутреннего макроцикла и стратегической связи между внутренними и международными двойными циклами, а также помочь Шанхаю стать важным центром глобальной инновационной сети.

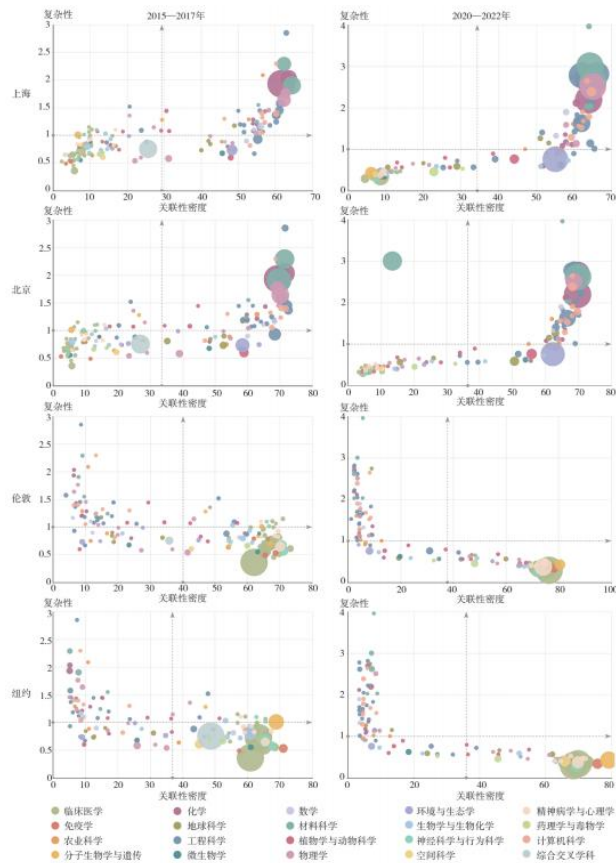


图5 上海、北京、伦敦和纽约的知识组合机会与创新路径
 Fig.5 The knowledge combination opportunities and innovative development paths of Shanghai, Beijing, London, New York

Рисунок 5 Возможности портфеля знаний и пути развития инноваций в Шанхае, Пекине, Лондоне и Нью-Йорке

В то же время из результатов исследований сети объединения знаний видно, что в модели развития научно-технических инноваций Шанхая все еще существует проблема «зависимости от пути» и риск «блокировки пути». Пути научно-технологического развития Шанхая, Лондона и Нью-Йорка совершенно различны. Такое сравнение явно различных путей развития имеет как минимум два возможных последствия: с одной стороны, Шанхаю необходимо постепенно сменить фокус развития научных и технологических инноваций с традиционных областей применения на новые базовые области, а также еще больше усилить руководство и инвестиции в науки о жизни и биомедицину, настаивая на равном акценте на свободные исследования и стратегический спрос, предоставляя полную свободу источникам поставок и ведущей роли новых фундаментальных исследований в

аучных и технологических инновациях, ориентируясь на основные научные проблемы в глобальных базовых передовых областях и ключевых основных технологиях, усиление внедрения в ключевых областях и формирование опоздавших в новых базовых областях. С другой стороны, в условиях тенденции «технологического разделения» различия в выгодных областях и путях развития между Шанхаем и даже Китаем и европейскими и американскими технологическими державами можно в определенной степени рассматривать как «одноранговую игру». закономерность взаимных ограничений и взаимозависимости [38]. Другими словами, для Шанхая и даже других городов Китая в настоящее время нет ни возможности, ни необходимости целенаправленно добиваться всеобъемлющих прорывов и независимого контроля над ключевыми технологиями во всех научных и технологических областях. цепь на фоне «развязки». Стремясь к балансу между «самостоятельной управляемостью» и «открытостью внешнему миру», стремясь при этом решить «застрявшие» области недостатков, еще больше укрепить преимущества быть «лидером» в области лонг бординга, а также усиление взаимопонимания между Китаем, Европой и Соединенными Штатами в области высоких технологий. Зависимые отношения, расширение пересечения экономических интересов и симбиотических отношений.

У этого исследования также есть недостатки и ограничения: во-первых, научно-технические инновации включают не только научные исследования, но также технологические исследования и разработки. Патенты являются основной формой достижения технологических исследований и разработок. В будущем совместные патентные данные могут быть использованы для проведения соответствующих исследований глобальных сетей сотрудничества в области городских знаний и изучения развивающихся характеристик Шанхая в глобальной сети технологического сотрудничества. Однако следует отметить, что процесс подачи патентной заявки и получения разрешения существенно отличается от публикации научно-исследовательских работ. Существует много различий в системах подачи патентных заявок и рассмотрения в разных странах. Трансграничная патентная заявка – это всего лишь игра для нес

колько ведущих инновационных предприятий. Во-вторых, при исследовании глобальной сети объединения знаний, поскольку большинство выбранных образцов городов являются национальными столицами и более экономически развитыми городами, их инновационные возможности занимают лидирующие позиции в национальной инновационной системе, где они расположены, представляя собой национальные инновации. Таким образом, существует относительно очевидное явление однородности в инновационном поле, которое может сильно отличаться от результатов исследований с использованием страны в качестве базовой единицы. В будущем необходимы более глубокие сравнительные исследования. В-третьих, в этом исследовании анализируются развивающиеся характеристики положения Шанхая в глобальном ландшафте научно-технических инноваций в период больших изменений по сравнению с двумя измещениями «сотрудничества в области знаний» и «комбинации знаний», уделяя особое внимание анализу и описанию сетевой структуры. В будущем мы сможем уделять больше внимания интерактивному эффекту сети сотрудничества знаний и сети объединения знаний и анализировать их совместное влияние на эффективность городских инноваций; мы также можем обратить внимание на взаимосвязь между сетью сотрудничества знаний и сетью объединения знаний, и проанализировать процесс совместной эволюции механизма двух ассоциаций.

Рекомендации

- [1] 胡鞍钢. 中国式科技现代化: 从落伍国到科技强国[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2023, 23(2): 1-19.
- [2] SIMONTON D K. SCIENTIFIC GENIUS IS EX-TINCT[J]. NATURE, 2013, 493:602.
- [3] 曹湛, 彭震伟. 崛起的全球创新中心: 中国城市在全球城市科研合作网络中的演化特征[J]. 城市规划学刊, 2021(5): 23-31.[4] PORTER A L, RAFOLS I. IS SCIENCE BE-COMING MORE INTERDISCIPLINARY? MEASURING AND MAPPING SIX RESEARCH FIELDS OVER TIME[J]. SCIENTOMETRICS, 2009, 81(3): 719-745.[5] STRAMBACH S, KLEMENT B. CUMULATIVE AND COMBINATORIAL MICRO-DYNAMICS OF KNOWLEDGE: THE ROLE OF SPACE AND PLACE IN KNOWLEDGE INTEGRATION[J]. EUROPEAN PLANNING STUDIES, 2012, 20(11): 1843-1866.
- [6] WANG C L, RODAN S, FRUIN M, ETAL. KNOWLEDGE NETWORKS, COLLABORATION NETWORKS, AND EXPLORATORY INNOVATION[J]. ACADEMY OF MANAGEMENT JOURNAL, 2014, 57(2): 484-514.
- [7] FLORIDA R, ADLER P, MELLANDER C. THE CITY AS INNOVATION MACHINE[J]. REGIONAL STUDIES, 2017, 51(1): 86-96.
- [8] 李迎成. 基于创新活动分布视角的城市创新空间结构测度与演变特征[J]. 城市规划学刊, 2022(1): 74-80.
- [9] 杜德斌, 祝影. 全球科技创新中心: 内涵特征与评价体系[J]. 科学, 2022, 74(4): 1-5.
- [10] 屠启宇. 21世纪全球城市理论与实践的迭代[J]. 城市规划学刊, 2018(1): 41-49.
- [11] 庄少勤. 迈向卓越的全球城市: 上海新一轮城市总体规划的创新探索[J]. 上海城市规划, 2016(4): 1-8.

- [12] 郑德高, 马璇, 葛春晖, 等. 追求卓越的全球城市:上海城市发展目标和战略路径研究[J]. 城市规划学刊, 2017(S1): 67-74.
- [13] 胡鞍钢. 中国与世界百年未有之大变局:基本走向与未来趋势[J]. 新疆师范大学学报(哲学社会科学版), 2021, 42(5): 38-53.
- [14] 贝尔纳. 历史上的科学[M]. 科学出版社, 1959.
- [15] SCOTT A J. FLEXIBLE PRODUCTION SYSTEMS AND REGIONAL DEVELOPMENT: THE RISE OF NEW INDUSTRIAL SPACES IN NORTH AMERICA AND WESTERN EUROPE[J]. INTERNATIONAL JOURNAL OF URBAN AND REGIONAL RESEARCH, 1988, 12(2): 171-186.
- [16] 杜德斌, 何舜辉. 全球科技创新中心的内涵、功能与组织结构[J]. 中国科技论坛, 2016(2): 10-15.
- [17] 杜德斌, 段德忠. 全球科技创新中心的空间分布、发展类型及演化趋势[J]. 上海城市规划, 2015(1): 76-81.
- [18] GEELS F W. MICRO-FOUNDATIONS OF THE MULTI-LEVEL PERSPECTIVE ON SOCIO-TECHNICAL TRANSITIONS: DEVELOPING A MULTI-DIMENSIONAL MODEL OF AGENCY THROUGH CROSSOVERS BETWEEN SOCIAL CONSTRUCTIVISM, EVOLUTIONARY ECONOMICS AND NEO-INSTITUTIONAL THEORY[J]. TECHNOLOGICAL FORECASTING & SOCIAL CHANGE, 2020, 152: 119894.
- [19] MARTIN R. RETHINKING REGIONAL PATH DEPENDENCE: BEYOND LOCK-IN TO EVOLUTION[J]. 2010, 86(1): 1-27.
- [20] BATHELT H, MALMBERG A, MASKELL P. CLUSTERS AND KNOWLEDGE: LOCAL BUZZ, GLOBAL PIPELINES AND THE PROCESS OF KNOWLEDGE CREATION[J]. PROGRESS IN HUMAN GEOGRAPHY, 2004, 28(1): 31-56.
- [21] HESSE K, FORNAHL D. ESSENTIAL INGREDIENTS FOR RADICAL INNOVATIONS? THE ROLE OF (UN-)RELATED VARIETY AND EXTERNAL LINKAGES IN GERMANY[J]. PAPERS IN REGIONAL SCIENCE, 2020, 99(5): 1165.
- [22] 刘承良, 桂钦昌, 段德忠, 等. 全球科研论文合作网络的结构异质性及其邻近性机理[J]. 地理学报, 2017(4): 737-752.
- [23] 高良谋, 马文甲. 开放式创新:内涵、框架与中国情境[J]. 管理世界, 2014(6): 157-169.
- [24] MATTHIESSEN C W, SCHWARZ A W, FIND S. WORLD CITIES OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE: SYSTEMS, NETWORKS AND POTENTIAL DYNAMICS. AN ANALYSIS BASED ON BIBLIOMETRIC INDICATORS[J]. URBAN STUDIES, 2010, 47(9): 1879-1897.
- [25] 桂钦昌, 杜德斌, 刘承良, 等. 全球城市知识流动网络的结构特征与影响因素[J]. 地理研究, 2021, 40(5): 1320-1337.
- [26] FLEMING L. RECOMBINANT UNCERTAINTY IN TECHNOLOGICAL SEARCH[J]. MANAGEMENT SCIENCE, 2001, 47(1): 117-132.
- [27] FRENKEN K, BOSCHMA R A. A THEORETICAL FRAMEWORK FOR EVOLUTIONARY ECONOMIC GEOGRAPHY: INDUSTRIAL DYNAMICS AND URBAN GROWTH AS A BRANCHING PROCESS[J]. JOURNAL OF ECONOMIC GEOGRAPHY, 2007, 7(5): 635-649.
- [28] RIGBY D L. TECHNOLOGICAL RELATEDNESS AND KNOWLEDGE SPACE: ENTRY AND EXIT OF US CITIES FROM PATENT CLASSES[J]. REGIONAL STUDIES, 2015, 49(11): 1922-1937.
- [29] 郭琪, 贺灿飞. 演化经济地理视角下的技术关联研究进展[J]. 地理科学进展, 2018, 37(2): 229-238.
- [30] 贺灿飞, 朱晟君. 中国产业发展与布局的关联法则[J]. 地理学报, 2020, 75(12): 2684-2698.
- [31] BALLAND P, RIGBY D. THE GEOGRAPHY OF COMPLEX KNOWLEDGE[J]. ECONOMIC GEOGRAPHY, 2017, 93(1): 1-23.
- [32] HIDALGO C A, HAUSMANN R. THE BUILDING BLOCKS OF ECONOMIC COMPLEXITY[J]. PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA, 2009, 106(26): 10570-10575.
- [33] BALLAND P A, BOSCHMA R, CRESPINO J, ET AL. SMART SPECIALIZATION POLICY IN THE EUROPEAN UNION: RELATEDNESS, KNOWLEDGE COMPLEXITY AND REGIONAL DIVERSIFICATION[J]. REGIONAL STUDIES, 2019, 53(9): 1252-1268.
- [34] DERUDDER B, TAYLOR P, NI P F, ET AL. PATHWAYS OF CHANGE: SHIFTING CONNECTIVITIES IN THE WORLD CITY NETWORK, 2000-08[J]. URBAN STUDIES, 2010, 47(9): 1861-1877.
- [35] HIDALGO C A, KLINGER B, BARABASI A L, ET AL. THE PRODUCT SPACE CONDITIONS THE DEVELOPMENT OF NATIONS[J]. SCIENCE, 2007, 317(5837): 482-487.
- [36] TACCHHELLA A, CRISTELLI M, CALDARELLI G, ET AL. A NEW METRIC FOR COUNTRIES' FITNESS AND PRODUCTS' COMPLEXITY[J]. SCIENTIFIC REPORTS, 2012, 2: 1-7.

[37] MIAO L L, MURRAY D, JUNG W S, ETAL. THE LATENT STRUCTURE OF GLOBAL SCIENTIFIC DEVELOPMENT[J]. NATURE HUMAN BEHAV-IOUR, 2022, 6(9): 1206-1217.

[38] 张杰. 中美科技创新战略竞争的博弈策略与共生逻辑[J]. 社会科学文摘, 2019(11):50-52.