

Perspectivas de planificación de la resiliencia urbana a los riesgos de las aguas pluviales en el contexto del cambio climático: conceptos clave, ideas básicas y marcos genéricos*

ZHAI Guofang

Resumen En los últimos años, los desastres urbanos causados por lluvias e inundaciones han ocurrido con frecuencia en China, causando enormes víctimas y pérdidas económicas. Por un lado, el Partido y el Gobierno de China han otorgado gran importancia a la respuesta a los desastres urbanos causados por lluvias e inundaciones, e introdujeron una serie de políticas y medidas, incluida la construcción de ciudades resilientes; por otro lado, la comunidad internacional ha enfatizado cada vez más el cambio climático y su impacto en los desastres urbanos causados por lluvias e inundaciones, e incluso en el desarrollo económico y social. Sin embargo, no existe una directriz administrativa clara sobre cómo implementar el concepto de construcción de ciudades resilientes en el sistema de planificación espacial territorial de China, y no existe una directriz administrativa clara sobre la práctica operativa específica de la planificación. Desde la perspectiva de la planificación, elaboramos la connotación de conceptos clave como la resiliencia a los desastres urbanos por lluvia e inundaciones y el riesgo de desastres urbanos por lluvia e inundaciones, y con base en la experiencia internacional de la respuesta resiliente a los desastres urbanos por lluvia e inundaciones, combinada con la experiencia del autor en la práctica de la planificación, tratamos de presentar la idea básica y el marco generalizado de la respuesta resiliente a los desastres urbanos por lluvia e inundaciones en el contexto del cambio climático desde la perspectiva de la planificación, con base en el sistema de cinco dimensiones del proceso, elemento, sujeto, nivel y tipo de desastre de gobernanza del riesgo. El marco.

Palabras clave: riesgo de aguas pluviales urbanas; respuesta resiliente; cambio climático; ideas básicas; marcos genéricos

Respuestas de planificación resiliente a los desastres por inundaciones urbanas en el contexto del cambio climático: conceptos clave, ideas fundamentales y un marco integral ZHAI Guofang

Resumen: En los últimos años, China ha experimentado un aumento en los desastres por inundaciones urbanas, lo que ha provocado grandes víctimas y pérdidas económicas. El Partido y el gobierno han implementado una serie de medidas políticas para mitigar los riesgos de inundaciones, incluido el desarrollo de ciudades resilientes. Por otro lado, el cambio climático, con sus crecientes impactos económicos y sociales, ha atraído cada vez más atención a nivel internacional. Sin embargo, dentro del sistema nacional de planificación espacial territorial, la orientación administrativa clara para la implementación de estrategias de ciudades resilientes es inadecuada. Sin embargo, dentro del sistema nacional de planificación espacial territorial, la orientación administrativa clara para la implementación de estrategias de ciudades resilientes es inadecuada. Desde una perspectiva de planificación, este documento explica sucintamente conceptos clave como la resiliencia a las inundaciones urbanas y el peligro de inundaciones urbanas. Basándose en las experiencias internacionales en la gestión resiliente del peligro de inundaciones urbanas y la práctica de planificación del autor, este documento presenta un marco de planificación integral para la gestión resiliente del peligro de inundaciones urbanas. - Basándose en las experiencias internacionales en la gestión resiliente de los riesgos de inundaciones urbanas y en la práctica de planificación del autor, este documento presenta un marco de planificación integral para responder de manera resiliente a los desastres por inundaciones urbanas en la era del cambio climático. El marco abarca cinco dimensiones de la gestión de riesgos, incluido el proceso de respuesta, los elementos de riesgo, las autoridades de gestión de desastres, los niveles de riesgo y los

tipos de riesgo. El marco abarca cinco dimensiones de la gestión de riesgos, incluido el proceso de respuesta, los elementos de riesgo, las autoridades de gestión de desastres, los niveles de riesgo y los tipos de riesgo.

Palabras clave: desastres por inundaciones urbanas; respuesta resiliente; cambio climático; ideas básicas; marco general

Número de clasificación gráfica china TU984 Código de símbolo de literatura A DOI 10.16361/j.upf.202401004

Número de carta 1000-3363 (2024) 01- 0029- 09

Con la construcción y mejora continuas de las instalaciones de control de inundaciones de China, las inundaciones urbanas se han controlado hasta cierto punto, y la población promedio anual afectada se redujo de 180 millones en 1990-2000 a 100 millones en 2010-2018 , y la población correspondiente

La tasa de mortalidad disminuyó de 21,1 a 6,6 por millón de habitantes afectados y el número de muertes disminuyó de 3.909 por año.

Perfil del autor

Zhai Guofang, profesor y director de doctorado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Nanjing y director del Centro de Investigación para el Desarrollo de la Seguridad Urbana, guofang_zhai@nju.edu.cn

* Este estudio fue financiado por el Programa Nacional de Investigación y Desarrollo Clave de China en el marco del proyecto Tecnología y Equipos Clave para el Desarrollo Sostenible de Ciudades y Pueblos (Investigación y Aplicación de Tecnología Clave para la Mejora de la Función Resiliente del Sistema Urbano) (Proyecto N.º 2023YFC3805204); y fue reescrito de acuerdo con la presentación del autor en el 20.º "Foro de Desarrollo de la Disciplina de Planificación Urbana de China". Basado en el discurso del autor en el 20.º "Foro de Desarrollo de la Disciplina de Planificación Urbana de China".

[1] Sin embargo, en los últimos años han seguido produciéndose desastres por fuertes lluvias e inundaciones, que han causado graves pérdidas. En 2021, el 20 de julio de 2021 se produjo una tormenta muy fuerte en la ciudad de Zhengzhou, provincia de Henan, que causó la muerte de 292 personas y la desaparición de 47. Sin embargo, en los últimos años han seguido produciéndose desastres por fuertes lluvias e inundaciones, que han provocado graves pérdidas. En la ciudad de Zhengzhou, provincia de Henan, el 20 de julio de 2021, 292 personas murieron y 47 desaparecieron, y las pérdidas económicas directas ascendieron a 40.900 millones de yuanes. En Pekín, 33 personas murieron y 18 desaparecieron, y en la provincia de Hebei, 29 personas murieron y 16 desaparecieron, como consecuencia de las lluvias extremas que se produjeron en Pekín-Tianjin-Hebei del 29 de julio al 1 de agosto de 2023. 3 Los impactos de las lluvias extremas fueron notables. En la provincia de Hebei, 29 personas murieron y 16 desaparecieron. Además, la relación entre las pérdidas económicas causadas por la lluvia y las inundaciones y el PIB en Japón entre 2010 y 2020 es del 0,186 % [2] , solo menos de la mitad que en China, lo que significa que todavía hay mucho margen de mejora en la defensa contra desastres por lluvia e inundaciones en China.

Los comités del Partido y los gobiernos de todos los niveles en China conceden gran importancia a la urbanización.

Respuesta a los desastres por lluvia e inundaciones Las "Recomendaciones del Comité Central del Partido Comunista de China sobre la formulación del decimocuarto plan quinquenal para el desarrollo económico y social nacional y la visión y los objetivos para los años 2035", publicadas el 3 de noviembre de 2020, propusieron fortalecer la renovación de los distritos urbanos antiguos y la construcción de comunidades, mejorar la capacidad de las ciudades para prevenir inundaciones y drenaje, y construir ciudades esponja y ciudades resilientes. En noviembre de 2021 , Beijing emitió las Opiniones orientadoras sobre la aceleración de la construcción de ciudades resilientes, convirtiéndose en la primera ciudad del país en emitir formalmente opiniones orientadoras sobre la construcción de ciudades resilientes.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas

(El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) , que ha publicado sucesivamente varias partes del Sexto Informe de Evaluación desde agosto de 2021, afirma

claramente que las emisiones humanas de gases de efecto invernadero a través de la combustión de combustibles fósiles han creado un problema de calentamiento global sin precedentes e irreversible, que provocará que los eventos de lluvias extremas se vuelvan más frecuentes, que se produzcan tifones y huracanes más potentes y que las olas de calor fatales se vuelvan inusuales, y que los eventos climáticos extremos también se vuelvan más frecuentes. Se dice que nueve de los 15 puntos de inflexión extremos del cambio climático global se han activado, y la civilización humana está en peligro de ser devastada por la lluvia y las inundaciones, las altas temperaturas y otros desastres climáticos ^[3-4] El Centro de Cambio Climático de China de la Administración Meteorológica de China (CMA) publicó el "Libro Azul de China sobre el Cambio Climático (2021)" el 4 de agosto de 2021, que también señaló que la precipitación anual promedio de China está en una tendencia creciente, con un aumento promedio de 5,1 mm por década, y que el número promedio de días de precipitación por año está en una tendencia decreciente significativa, mientras que el número acumulado de días de fuertes lluvias está en una tendencia creciente, lo que indica que el riesgo de desastres por lluvia e inundaciones está aumentando.

En el contexto de las crecientes preocupaciones sobre el cambio climático global y las ciudades resilientes

En el contexto de la planificación y construcción urbana, cómo implementar el concepto de construcción de ciudades resilientes en la planificación espacial territorial de China, en términos de teoría y tecnología, aunque ha habido resultados de investigación relativamente ricos, pero la comprensión de la comunidad de planificación no es completa.

Armonización completa [5-8]. En el proceso de práctica de planificación en la actualidad, aunque ya existe un "Reglamento integral de planificación de prevención de desastres para el espacio territorial", todavía es solo un requisito para el contenido de diferentes niveles y tipos de planificación [9], y no hay una guía administrativa clara o directriz sobre cómo mejorar la resiliencia de las aguas pluviales urbanas y la mitigación de los desastres de aguas pluviales en el contexto del cambio climático. En este documento, al elaborar la connotación central de conceptos clave como desastre de aguas pluviales urbanas y resiliencia ante desastres de aguas pluviales urbanas, y basándonos en el marco internacional de respuesta de resiliencia ante desastres de aguas pluviales urbanas, combinado con el sistema de cinco dimensiones de gobernanza de la resiliencia propuesto por el autor [10], llevamos a cabo una reflexión y un debate preliminar sobre la idea básica y el marco general de la respuesta de resiliencia ante desastres de aguas pluviales urbanas en el contexto del cambio climático, y esperamos proporcionar varias ideas para la planificación y construcción de ciudades resilientes a desastres de aguas pluviales urbanas en China. Se espera proporcionar una serie de ideas para la planificación y construcción de ciudades resilientes a desastres de lluvia e inundaciones urbanas en China.

1 Conceptos clave relacionados con la resiliencia ante los riesgos de las aguas pluviales urbanas

La atención de China a la resiliencia a los desastres urbanos por lluvia e inundaciones es relativamente tardía, comenzando con el artículo de Wang Hui et al. ^[11] en 2016. La mayoría de nuestras definiciones de resiliencia a los desastres urbanos por lluvia e inundaciones se toman prestadas de la definición general de resiliencia urbana y no reflejan la especificidad de los desastres urbanos por lluvia e inundaciones. A continuación, con base en la evolución de la definición de resiliencia urbana por lluvia e inundaciones en el país y en el extranjero, discutimos la connotación conceptual de la resiliencia urbana por lluvia e inundaciones y sus características esenciales desde la perspectiva de la disciplina de planificación, y analizamos las similitudes y diferencias conceptuales con el riesgo de desastres urbanos por lluvia e inundaciones.

1.1 Resiliencia de las aguas pluviales urbanas

La resiliencia ante desastres por tormentas urbanas es un reflejo específico de la aplicación del concepto de resiliencia urbana para lidiar con desastres por tormentas urbanas, y la resiliencia y la ciudad resiliente solo comenzaron a convertirse en un punto candente de discusión en la investigación urbana hace 10 años ^[12-13]. La resiliencia (resiliencia) es originalmente un concepto mecánico, que significa rebote al estado original. La resiliencia fue introducida en la ecología por el ecologista canadiense Holling ^[14] en 1973, y luego introducida en la investigación urbana por Wong et al. ^[15] en 2009, formando el concepto de ciudad resiliente, que cree que como ciudad que integra varios sistemas, debe diseñarse para poder enfrentar mejor la amenaza de desastres y reducir la pérdida de desastres. Hay muchas investigaciones que aplican el concepto de ciudad resiliente a los desastres por lluvia e inundaciones

urbanas, como Zhou Yinan et al. ^[16] definió la resiliencia urbana a los desastres por lluvia e inundaciones desde tres aspectos de la resiliencia, como sujeto, objeto y connotación de la resiliencia basada en el concepto de resiliencia del IPCC, pero básicamente confinada al equilibrio del sistema de alcantarillado. ^[17] Por esta razón, Bruijn et al. [18] pidieron la integración de la vulnerabilidad social en respuesta a la lluvia y las inundaciones para defenderse de que la lluvia y las inundaciones se conviertan en desastres. La Agencia de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR) [19] define la resiliencia en términos de aspectos humanos, ecológicos y económicos.

y que es necesario mejorar la resiliencia de cada aspecto. La mayoría de los debates actuales sobre la resiliencia a los peligros de las aguas pluviales urbanas provienen de los campos de la ecología o la hidrología, que son extensiones más externas de sus campos específicos, y con menos frecuencia consideran las aguas pluviales urbanas desde la perspectiva del desarrollo dinámico de la ciudad en su conjunto, es decir, desde el todo hacia las partes.

En opinión del autor, la ciudad resiliente a los desastres de lluvia e inundaciones se refiere a la ciudad que tiene la capacidad de resistir la absorción, aprender a adaptarse y recuperarse rápidamente cuando se ve afectada por la lluvia y las inundaciones. La magnitud de las pérdidas por desastres urbanos por lluvia e inundaciones, no solo con las medidas de defensa previas al desastre, sino también con el desastre posterior a la respuesta de emergencia, la recuperación y reconstrucción posteriores al desastre, etc., por lo tanto, la respuesta a los desastres urbanos por lluvia e inundaciones debe considerarse en todo el proceso, el total de los impactos económicos y sociales causados por los desastres urbanos por lluvia e inundaciones se reduce al mínimo. En otras palabras, una ciudad con resiliencia a los desastres por lluvia e inundaciones no es una ciudad sin fenómenos de lluvia e inundaciones ni una ciudad sin pérdidas por desastres por lluvia e inundaciones, sino una ciudad donde las víctimas, las pérdidas económicas y los impactos en el funcionamiento de las funciones urbanas no solo son pequeños, sino que pueden recuperarse rápidamente después de ser golpeados por la lluvia y las inundaciones. Cuanto más fuerte sea la resiliencia a los desastres por lluvia e inundaciones, menor será el impacto total en la economía y la sociedad de la ciudad, y viceversa. Por lo tanto, la resiliencia de la ciudad urbana ante desastres de lluvia e inundaciones tiene la resiliencia, no solo se refiere a la capacidad de tener una respuesta rápida a la reconstrucción posterior al desastre, sino que también incluye la capacidad de resistir choques externos y mitigación y socorro de desastres cuando ocurre el desastre, con previsión, solidez, innovación, estabilidad, redundancia, flexibilidad, adaptabilidad, diversidad, independencia, dependencia de la pereza, agilidad, conectividad de red, alta eficiencia y naturaleza colaborativa, equidad, capacidad de autoaprendizaje, capacidad de autoorganización y muchas otras características.

La evaluación de la resiliencia urbana a la lluvia y las inundaciones es el núcleo y la base de la planificación urbana de la resiliencia urbana a la lluvia y las inundaciones, que será propicia para establecer una línea base de construcción de resiliencia, aclarar las necesidades de construcción de resiliencia y establecer metas, monitorear el progreso de la construcción de resiliencia, comprender los costos y beneficios de la construcción de resiliencia y evaluar el desempeño de las políticas, y por lo tanto es de gran importancia. Debido a la rica connotación del concepto de "resiliencia" en sí, desde el proceso de desarrollo de la ingeniería de investigación de resiliencia, la resiliencia, la resiliencia ecológica y la resiliencia evolutiva, desde la resiliencia de los factores que afectan la resiliencia de la infraestructura, la resiliencia económica, la resiliencia social y la resiliencia institucional de la diferencia entre ^[20], por lo que la comprensión de la resiliencia de la resiliencia de las diferentes perspectivas, por lo tanto, la resiliencia de la ciudad. Por lo tanto, los métodos de evaluación de la resiliencia urbana también son muy coloridos ^[21-22]. La evaluación de la resiliencia existente se basa principalmente en tres aspectos: (1) la resiliencia como proceso ^[23]; (2) la resiliencia como resultado del estado ^[24]; (3) la resiliencia como un concepto integral, que incluye connotaciones y caracterizaciones multidimensionales ^[25].

1.2 Riesgo de desastre por aguas pluviales urbanas

El riesgo de desastres por aguas pluviales urbanas está estrechamente relacionado con el concepto de resiliencia a los desastres por aguas pluviales urbanas. Este artículo sostiene que el riesgo de desastres por aguas pluviales urbanas es la posibilidad de desastres por aguas pluviales urbanas y sus consecuencias. Desde la perspectiva de la teoría de la probabilidad, solo existe una posibilidad infinitamente pequeña, no existe una probabilidad cero absoluta, por lo tanto, solo existe un riesgo

absolutamente pequeño, no existe un riesgo "cero". En otras palabras, no existe una seguridad absoluta, solo una seguridad relativa. La llamada seguridad de las aguas pluviales urbanas es el nivel aceptable de riesgo individual o social de desastres por aguas pluviales urbanas. Este nivel aceptable no solo está sujeto al nivel de riesgo de otros desastres como terremotos, deslizamientos de tierra, deslizamientos de lodo, etc., sino que también se ve afectado por la economía, la sociedad, la cultura y el sistema político locales, con un mecanismo de formación más complejo [26].

La clasificación de los factores que afectan el riesgo de peligro de aguas pluviales urbanas generalmente se basa en el peligro, la exposición y la vulnerabilidad.

(Existe una tricotomía de la vulnerabilidad ^[27] pero también hay una tetracotomía de los factores causales, exposición, vulnerabilidad y respuesta ^[28] (IPCC 2023). Sin embargo, debido a las interacciones entre los sistemas naturales, económicos, sociales y políticos, el sexto informe del IPCC concluye que el modelo tradicional lineal de evaluación de riesgos y gobernanza ya no es adecuado para la respuesta a los desastres por lluvia e inundaciones en el contexto del cambio climático, y que se necesita un modelo de desarrollo resiliente al clima basado en el acoplamiento de los sistemas climáticos, ecológicos y humanos-sociales ^[29] .

La relación entre la resiliencia a los desastres urbanos por lluvia e inundaciones y los factores que influyen en el riesgo de desastres por lluvia e inundaciones, tanto en el sentido estricto de la visión de la vulnerabilidad, pero también la exposición y vulnerabilidad del portador de la comprensión de la comprensión más amplia de los factores que incluyen el peligro, la exposición, la vulnerabilidad, etc. En opinión del autor, en comparación con la gobernanza del riesgo, que se centra en el estudio de las contramedidas de reducción del riesgo de los factores causantes de desastres, la gobernanza de la resiliencia se centra en pensar en cómo hacer frente al riesgo de desastres desde la sociedad humana como portadora de desastres, lo que es muy similar a la diferencia en las ideas de tratamiento entre la medicina occidental y la medicina tradicional china.

2 Avances internacionales en materia de resiliencia ante desastres por aguas pluviales urbanas

La respuesta a los desastres urbanos causados por lluvias e inundaciones involucra aspectos naturales, políticos, económicos, sociales, culturales y tecnológicos, y es un proyecto sistemático, en el que las ciencias naturales, las ciencias sociales, las humanidades y otros campos han acumulado resultados de investigación relativamente ricos. Australia, Japón, el Reino Unido, los Estados Unidos y otros países desarrollados, así como las Naciones Unidas, el Banco Mundial y otras organizaciones internacionales, han otorgado gran importancia a la gestión de los desastres urbanos causados por lluvias e inundaciones.

Además del impacto del cambio climático en los desastres causados por lluvias e inundaciones urbanas, se han presentado una serie de documentos de políticas relativamente sistemáticos y completos, que merecen ser consultados por nuestro país.

2.1 Australia

La respuesta de Australia a las inundaciones pluviales urbanas en el contexto del cambio climático, la Colección de Manuales de Resiliencia ante Desastres de Australia: Manual 7 : Gestión de llanuras aluviales: Guía de mejores prácticas en la gestión del riesgo de inundaciones en Australia ^[30], presentada en 2017, establece la necesidad de un enfoque colaborativo, proactivo, consultivo e informado para aceptar los riesgos que no se pueden eliminar, y exige una responsabilidad correspondiente de las personas en cuanto a la preparación de la comunidad ante desastres. La Colección de Manuales de Resiliencia ante Desastres de Australia de 2020 : Planificación de emergencias de aguas pluviales orientada a la resiliencia ante desastres ^[31] establece el contenido y los procesos clave para la preparación de la planificación de emergencias de aguas pluviales urbanas desde una perspectiva de resiliencia ante desastres.

2.2 japonés

Considerando que el cambio climático puede tener un gran impacto en las precipitaciones, los niveles de las mareas costeras, etc., Japón revisó las "Directrices para la preparación de planes integrales de gestión de aguas pluviales" ^[32] en 2021 y emitió las "Directrices para las contramedidas contra inundaciones para el gobierno y los ciudadanos: explicación del sistema de zonificación de contramedidas contra inundaciones" ^[33]. En 2022, se ajustaron las directrices básicas para la gestión de los ríos y se cambiaron

considerablemente los conceptos de gestión de los ríos, las trayectorias tecnológicas y los procesos de respuesta, con énfasis en la gestión de cuencas y la respuesta zonal ^[34]. El enfoque básico de la gestión de los ríos se ajustó en 2022, con cambios importantes en los conceptos de gestión de los ríos y los procesos de respuesta, haciendo hincapié en la gestión de cuencas hidrográficas y la respuesta zonal, y un aumento de 1,2 veces en los objetivos de planificación del caudal de los ríos en el contexto del cambio climático ^[34].

2.3 Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte

Revisión de la publicación de 2011 por parte de la Agencia de Medio Ambiente del Reino Unido en 2020 La Estrategia Nacional de Gestión del Riesgo de Erosión Costera e Inundación del Reino Unido ^[35] ha sido revisada para establecer una visión a largo plazo para la respuesta del país a la lluvia y las inundaciones, que consiste en estar preparado y ser resiliente a las inundaciones y al cambio costero hoy, mañana y en 2100. Esto se expresa en tres objetivos: primero, lugares resilientes al clima ; segundo, el crecimiento y la infraestructura de hoy resilientes al clima de mañana ; y tercero, un clima preparado para responder y mitigar los impactos de las inundaciones y el cambio costero; el crecimiento y la infraestructura de hoy resilientes al clima de mañana; y tercero, una nación preparada para responder. y adaptarse a las inundaciones y costero cambio . La planificación de cuencas hidrográficas generalmente sigue un proceso iterativo de establecimiento de objetivos, posibles medidas, viabilidad técnica y análisis de costo-beneficio, e integración de objetivos y respuestas.

2.4 Estados Unidos de América

La gestión de desastres por aguas pluviales urbanas en los Estados Unidos, antes de la década de 1950, se centraba principalmente en la construcción de embalses, elevadores de inundaciones y otras instalaciones de ingeniería para el control de inundaciones, y después de 2011, su enfoque se desplazó hacia la mejora de la resiliencia, los avances tecnológicos, la comunicación de riesgos y las preocupaciones sobre el cambio climático que agrava los desastres por aguas pluviales, lo que resultó en la evaluación de riesgos e información de riesgos, comunicación de riesgos, alerta temprana, mitigación de riesgos y preparación para riesgos, transferencia de riesgos y financiamiento de riesgos, sistema de gestión de riesgos de desastres por lluvias e inundaciones urbanas que consiste en respuesta y reconstrucción posteriores al desastre, retroalimentación de monitoreo y evaluación, participación de múltiples partes interesadas, mayor inversión financiera, capacitación y educación, e impactos del cambio climático ^[36].

2.5 Banco mundial

El Banco Mundial 2021 propone un modelo de gobernanza innovador para los desastres de aguas pluviales urbanas, el Marco de Respuesta EPIC [37] , que se basa en una combinación de facilitación , planificación y gestión.

(planificación), inversión (inversión) y control (control) y otros cuatro aspectos para realizar la respuesta rápida a los desastres de inundaciones y sequías urbanas (respuesta). La respuesta incluye principalmente monitoreo y alerta temprana, rescate de emergencia, recuperación y reconstrucción, y financiamiento de riesgos. La innovación de este modelo es cambiar la respuesta pasiva anterior a la respuesta activa actual, a través de la integración de varios programas gubernamentales, para jugar la cascada descendente de influencia, por lo que también se llama el gobierno conjunto que lidera un enfoque de toda la sociedad .

2.6 Naciones Unidas

Las Naciones Unidas han hecho hincapié durante mucho tiempo en el riesgo de las aguas pluviales urbanas y en la mejora de la resiliencia climática, y ya en 2007 emitieron la

La Guía para la reducción de pérdidas por inundaciones ^[38] presenta un marco para la evaluación y gestión del riesgo de inundaciones, que incluye sistemas de monitoreo natural, construcción de sistemas de prevención de inundaciones, evaluación de vulnerabilidad, evaluación de riesgos, objetivos de protección/aceptabilidad de riesgos, medidas de planificación/mitigación, implementación y evaluación cíclica. El Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres se finalizó en 2023 .

También realizó un examen de mitad de período de los progresos realizados en la implementación de la Agenda 2015-2030 y manifestó su interés por la labor futura, exhortando a todos los Estados miembros a cambiar su enfoque y mejorar la resiliencia ante los desastres basándose en un enfoque sistémico, con un enfoque holístico que abarque todos los peligros, toda la sociedad, todo el proceso, toda la región y

todos los factores, a fin de reducir eficazmente el riesgo de desastres y alcanzar plenamente los objetivos de la Agenda 2030. ^[39].

2.7 resumen

Ya se trate del sistema de gestión de desastres por aguas pluviales urbanas implementado por los países desarrollados o del sistema de gestión de desastres por inundaciones urbanas propugnado por organizaciones internacionales, no es así.

El Marco para la Respuesta Resiliente a los Desastres por Aguas Pluviales enfatiza los siguientes nueve aspectos, a pesar de las diferencias en perspectiva, enfoque y expresión de preocupación sobre los desastres por aguas pluviales urbanas. Primero, los desastres por aguas pluviales urbanas necesitan una gestión sistemática; segundo, el riesgo de desastres por aguas pluviales urbanas no puede eliminarse por completo, es decir, no existe un riesgo "cero"; tercero, la respuesta efectiva a los desastres por aguas pluviales urbanas más allá del estándar de defensa es el enfoque de la futura gestión de las aguas pluviales; cuarto, los desastres por aguas pluviales urbanas requieren medidas tanto de ingeniería como de otro tipo, pero el enfoque será diferente en diferentes etapas de desarrollo económico y social; quinto, los mapas de llanuras aluviales, mapas de inundaciones por aguas pluviales y mapas de inundaciones por aguas pluviales se utilizarán para la gestión de los desastres por inundaciones urbanas. Quinto, los mapas de llanuras aluviales, mapas de peligro de inundaciones, planificación del uso de la tierra, planificación espacial territorial, etc., desempeñan un papel importante en la gestión de desastres por lluvia e inundaciones urbanas; sexto, existen contramedidas con diferentes enfoques en diferentes etapas del desastre (antes, durante y después); y Séptimo, los diferentes organismos participantes, como el gobierno, la sociedad, las empresas y los individuos, tienen un papel importante que desempeñar en la gestión de los desastres urbanos de lluvia e inundaciones; El proceso de formulación de estrategias de respuesta a desastres urbanos de aguas pluviales incluye la identificación de riesgos, la evaluación de peligros, la evaluación de resiliencia, la evaluación de riesgos de múltiples escenarios, la focalización de seguridad y el desarrollo de estrategias de respuesta; y el cambio climático puede exacerbar los desastres urbanos de aguas pluviales. Basándose en el marco de respuesta resiliente a desastres urbanos de lluvia e inundaciones, una de las principales tareas de este documento es construir un marco generalizado que pueda cubrir todo lo anterior y guiar la preparación de la planificación de la respuesta resiliente a desastres urbanos de lluvia e inundaciones en el contexto del sistema de planificación espacial territorial.

3 Ideas básicas para una respuesta resiliente a los desastres urbanos causados por lluvias e inundaciones

Además de los casos prácticos de países desarrollados y organizaciones internacionales presentados anteriormente, muchos académicos han prestado atención y discutido la respuesta de resiliencia a los desastres urbanos causados por lluvias e inundaciones. Por ejemplo, Ma Kun et al. ^[40] estudiaron el modelo de gestión de inundaciones por lluvia de granito montañoso desde la perspectiva del sistema natural basado en la teoría de la resiliencia; Yang Fan et al. ^[41] exploraron la transformación y el camino de realización del sistema de gobernanza de resiliencia a inundaciones urbanas desde la perspectiva de la inteligencia; Ye et al. ^[42] construyeron un marco de planificación y diseño de resiliencia a desastres por inundaciones de agua de lluvia a múltiples escalas desde la perspectiva impulsada por IA basada en el modelo conceptual de forma de ciudad resiliente de Sharifi et al. ^[43]; Wang Peak et al. ^[44] discutieron el marco teórico de la respuesta de resiliencia a desastres por inundaciones de agua de lluvia desde la perspectiva del entorno construido centrándose en la ciudad. Wang et al. exploraron el marco teórico de la resiliencia a la lluvia y las inundaciones desde la perspectiva del entorno construido. En términos generales, la investigación sobre la resiliencia a la lluvia y las inundaciones se centra principalmente en un aspecto que afecta la resiliencia de la lluvia y las inundaciones urbanas, ya sea el entorno construido, el mecanismo de lluvia e inundaciones o la aplicación de nuevas tecnologías, pero la investigación sobre la resiliencia a la lluvia y las inundaciones urbanas desde la perspectiva del sistema en su conjunto todavía es relativamente pequeña. Por lo tanto, este documento, basado en los casos prácticos de los países desarrollados y las recomendaciones de políticas de las principales organizaciones internacionales sobre la respuesta a desastres por lluvia e inundaciones urbanas.

Intenta explorar la construcción de un nuevo marco para la respuesta resiliente a los desastres urbanos por lluvia e inundaciones en el contexto del cambio climático desde la perspectiva de la planificación,

específicamente, en primer lugar, sobre la base de establecer el pensamiento sistémico y el pensamiento resiliente, desde todo el proceso de gobernanza, todos los insumos de factores, la participación de toda la sociedad, de acuerdo con las condiciones locales, de acuerdo con el desastre apropiado y otras cinco dimensiones (es decir, el proceso, los elementos, el cuerpo principal, la escala/nivel, el tipo de desastre), para coordinar la respuesta resiliente a la lluvia y las inundaciones urbanas con la planificación y la implementación. A continuación se presenta un resumen de las cinco dimensiones

3.1 Dos formas básicas de pensar

3.1.1 pensamiento sistémico

Ya se trate de una cuenca hidrográfica o de una ciudad, se trata de un sistema autoorganizado que evoluciona y se desarrolla mediante el acoplamiento de varios subsistemas, como los sistemas naturales, económicos, sociales, políticos, culturales y de infraestructura, cada uno de los cuales se forma en diferentes momentos y a diferentes velocidades, y al mismo tiempo intercambia material y energía con el exterior del sistema de forma continua para mantener el funcionamiento del sistema. Los desastres como la lluvia y las inundaciones pueden considerarse como ajustes en la relación dentro de los subsistemas o entre ellos, o entre el exterior del sistema y el sistema, que están insertos en el proceso evolutivo del sistema territorial. Solo a través de la coordinación mutua entre los subsistemas de un territorio como una cuenca hidrográfica o una ciudad, todo el sistema puede lograr un desarrollo sostenible. Por otra parte, una cuenca hidrográfica o una ciudad, desde un punto de vista espacial, no solo existe su sistema espacial interno, sino también su sistema espacial externo, que juntos forman un sistema territorial completo.

3.1.2 Pensamiento resiliente

Como no existe una seguridad absoluta, es necesario determinar el nivel aceptable de riesgo de desastre por lluvia, es decir, el resultado final. ¿Qué tan seguro es lo suficientemente seguro? Esta es una de las preguntas más básicas en el análisis de riesgo-beneficio, no solo por el riesgo percibido, los beneficios percibidos, los atributos de riesgo y el nivel de riesgo aceptable y otros factores, como ^[45], sino también por la magnitud relativa del riesgo de lluvia entre todos los riesgos, así como las influencias económicas, tecnológicas, institucionales y de otro tipo. La magnitud relativa del riesgo de aguas pluviales entre todos los riesgos, así como las influencias económicas, sociales, tecnológicas e institucionales. Este nivel aceptable es a menudo la base para el desarrollo de estándares de fortificación urbana. Para las lluvias extremas que exceden los estándares de fortificación, aunque la probabilidad es pequeña, si ocurre, el daño es enorme, por lo que es importante estar preparado para lidiar con ello en consecuencia. Por lo tanto, el pensamiento de resiliencia no es solo tener un cierto estándar de respuesta de fortificación, es decir, "estándar de fortificación +", sino también tener una respuesta razonable a eventos de lluvia e inundaciones que superen el estándar de fortificación, es decir, "estándar de fortificación +", unificado y en resumen "+ estándar de fortificación +".

3.2 Cinco dimensiones subyacentes clave

3.2.1 formulación de políticas integrales

Los desastres ocurren y, a veces, parece que son repentinos. El proceso de gestión del riesgo de desastres por lluvias e inundaciones en las ciudades incluye tres fases, que incluyen la gestión del riesgo de desastres por lluvias e inundaciones antes del desastre, la evacuación y rescate de emergencia en caso de desastre, y la recuperación y reconstrucción después del desastre, que están interconectadas. En las diferentes etapas previas al desastre, el desastre y posteriores al desastre, a través de todo el desastre, toda la región, todo el elemento, todo el tema de la gestión integral, se puede mejorar en general la prevención y la resiliencia ante desastres por lluvias e inundaciones en las ciudades, para minimizar las pérdidas por desastres por lluvias e inundaciones en las ciudades, lo que se refleja específicamente en el concepto de prevención, mitigación y socorro de desastres del país en la nueva era de prevención y mitigación de desastres, se propone el concepto de "dos apegos, tres transformaciones": insistir en la combinación orientada a la prevención, prevención, resistencia y rescate; adherirse a la unidad de reducción de desastres normales y socorro de desastres anormales; de centrarse en el socorro posterior al desastre a centrarse en el cambio de prevención anterior al desastre; de responder a un solo tipo de desastre a un cambio integral de reducción de desastres; de la reducción de pérdidas por desastres a un cambio de reducción de riesgos de desastres. Desde una perspectiva de planificación, cada etapa puede preparar una planificación de respuesta correspondiente, como la

planificación de evacuación y rescate de emergencia en tiempos de desastre ^[46] .

3.2.2 Participación social total

Los principales órganos de gestión del riesgo de desastres por tormentas urbanas incluyen todos los niveles de gobierno, la sociedad y los individuos. La sociedad es la suma de los seres humanos y sus relaciones, y las familias, los barrios, las escuelas, las asociaciones, las empresas, las comunidades, etc. son las unidades básicas de la sociedad, pero desempeñan diferentes papeles en el proceso de gestión de desastres urbanos por lluvia e inundaciones. Los casos de desastre de Japón muestran que el rescate de personas después del desastre realmente por parte del ejército y otros equipos de rescate del gobierno no es una gran proporción de solo 1,7% , principalmente todavía dependen de la autoayuda individual y de las organizaciones comunitarias locales para ayudarse mutuamente ^[47] , por lo tanto, Japón en el trabajo de prevención, mitigación y socorro de desastres concede gran importancia a dar pleno juego a los departamentos gubernamentales de la "asistencia pública", la empresa - Por lo tanto, Japón concede gran importancia a dar pleno juego a la "asistencia pública" de los departamentos gubernamentales, la "asistencia común" de las empresas, los grupos sociales y otras organizaciones, así como el papel de "autoayuda" de los residentes individuales. A la luz de nuestras condiciones nacionales, podemos seguir el principio de "organización gubernamental, liderazgo experto, cooperación sectorial, participación pública y toma de decisiones científicas" para dar rienda suelta al entusiasmo de todos los órganos de gobierno y las partes interesadas.

3.2.3 entrada total de factores

El aumento de la resiliencia ante los desastres urbanos por lluvia e inundaciones no sólo es inseparable de la aportación de elementos humanos, financieros, materiales, tecnológicos y de otros recursos, sino también de la base de las medidas existentes de respuesta a los desastres urbanos por lluvia e inundaciones. Las medidas de respuesta a los desastres urbanos por lluvia e inundaciones, que incluyen el control de inundaciones, los embalses, la red de alcantarillado y otras medidas de ingeniería, también incluyen la concienciación sobre los desastres, las habilidades de prevención de desastres, el seguro contra desastres y otras medidas no relacionadas con la ingeniería, así como leyes y reglamentos, normas técnicas, organizaciones, mecanismos de gobernanza y apoyo informativo para la aplicación de medidas de ingeniería y medidas no relacionadas con la ingeniería para proporcionar protección. Debido a la gran inversión única en la construcción de instalaciones de prevención de desastres por aguas pluviales urbanas, junto con el mecanismo de permanencia único de nuestros funcionarios, en los recursos financieros limitados, un En general, es difícil establecer prioridades, pero en la realidad los beneficios de invertir en la prevención de desastres son altos. Según el Comité de Mitigación de Riesgos Múltiples del Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción (NIBS), la relación beneficio-costos de construir según un estándar de fortificación es de 11 : 1 , y las agencias federales financian una relación beneficio-costos de 6 : 1 . Se puede lograr una relación beneficio-costos adicional de 4 : 1 construyendo más allá del estándar de fortificación. ^[48]

3.2.4 (modismo) utilizar métodos acordes con las circunstancias locales

La superficie de la Tierra tiene llanuras, montañas y mares; tiene ciudades y pueblos; tiene ciudades de primer nivel como Shanghái, Shenzhen, Pekín y Cantón, así como ciudades remotas de tercer y cuarto nivel como Mohe, Karamay y Manzhouli; y tiene tanto la ciudad con la "lluvia más intensa" -Ya'an- que recibe lluvia más de 200 días al año, y una ciudad con muy poca lluvia como la ciudad de Turpan, que recibe solo 16,5 mm por año. -Ya'an, que recibe más de 200 días de lluvia al año, y ciudades como Turpan, que recibe muy poca lluvia, con una precipitación anual promedio de solo 16,5 mm . Diferentes escalas o niveles, como cuencas hidrográficas o ciudades o calles, tendrán diferentes objetivos, enfoques y caminos de gestión de desastres por lluvia e inundaciones debido a las diferencias en las condiciones naturales, económicas, sociales, tecnológicas y de otro tipo. Por lo tanto, las diferentes unidades administrativas deben tener diferentes estrategias para lidiar con las inundaciones por aguas pluviales, incluso dentro de una cuenca hidrográfica o la misma unidad administrativa (por ejemplo, una ciudad), basándose en el trabajo científico de mapeo del riesgo de inundaciones por aguas pluviales urbanas, para adaptarse a las condiciones locales y desarrollar las medidas de respuesta correspondientes.

3.2.5 (modismo) utilizar métodos apropiados para el desastre

Los desastres por aguas pluviales urbanas también se pueden clasificar en muchos tipos según sus mecanismos de formación y desarrollo. Por ejemplo, según la fuente de agua, existen aguas principales y

aguas residuales. Los desastres por aguas pluviales urbanas se refieren principalmente a inundaciones y anegamientos, los primeros se refieren principalmente a fuertes lluvias y lluvias torrenciales que causan rápidos en las vías fluviales, inundaciones repentinas e inundaciones de ríos, mientras que los segundos se refieren principalmente a la acumulación de agua en un desastre. Tanto las inundaciones como los anegamientos tienen el potencial de inundar tierras agrícolas y destruir el medio ambiente y diversas instalaciones. La ocurrencia de desastres por lluvias e inundaciones urbanas a menudo causa desastres secundarios como deslizamientos de tierra, hundimientos, lo que resulta en un efecto en cascada.

(efecto cascada); en casos extremos, esto puede ocurrir a veces junto con otros desastres (terremotos, tifones, mareas de tormenta, etc.), dando como resultado un desastre compuesto.

(La ocurrencia de desastres urbanos por lluvias e inundaciones no solo afectará al organismo que los sufre, sino que a veces puede incluso tener un riesgo sistémico en todo el sistema territorial ^[49] . Por lo tanto, es especialmente importante aclarar los tipos de desastres urbanos por aguas pluviales y formular medidas para abordarlos.

El sistema de planificación territorial y espacial de China consta de "cinco niveles y tres tipos", que son los cinco niveles administrativos del estado, provincias, ciudades, condados y municipios, así como los tres tipos de planificación: planificación maestra, planificación detallada y planificación especial. La respuesta resiliente a los desastres urbanos por lluvia e inundaciones no solo involucra la planificación territorial y espacial, sino que también se relaciona con la meteorología, la conservación del agua, la respuesta a emergencias, la vivienda y la construcción y muchos otros departamentos, lo que constituye un proyecto sistemático muy completo. Por lo tanto, el autor cree que la planificación de prevención de desastres que se centra en la prevención de desastres antes del desastre es un tipo especial de planificación de resiliencia de seguridad que enfatiza todo el proceso, y estos dos tipos de planificación proyectados en el sistema de planificación territorial y espacial, es decir, la planificación especial de prevención de desastres y la planificación especial de resiliencia de seguridad, específica para los desastres urbanos por lluvia e inundaciones es todo tipo de planificación especial de prevención y drenaje de inundaciones urbanas y la planificación especial de resiliencia de lluvia e inundaciones urbanas es la relación entre lo local y el conjunto. Obviamente, la planificación urbana resiliente a las lluvias y las inundaciones también es un sistema completo que consta de "cinco niveles y tres categorías", y si se tiene en cuenta el cambio climático, también es necesario tener en cuenta los programas de acción nacionales y locales para abordar el cambio climático, formando la planificación (especial) de resiliencia a las lluvias y las inundaciones en el contexto del cambio climático (Figura 1). En los últimos años, el trabajo sobre la planificación urbana resiliente ha avanzado rápidamente, con una planificación urbana resiliente integral centrada en todo tipo de desastres, todo el proceso y toda la ciudad (por ejemplo, Beijing, Zhengzhou, Xining, etc.), y una planificación urbana resiliente especializada centrada en la respuesta de emergencia posterior a los desastres (Fig. 1).

(por ejemplo, la planificación del espacio de rescate y evacuación de emergencia de Shenzhen, etc.), y también existen planes especiales para ciudades urbanas resistentes a la lluvia y las inundaciones que algunas ciudades están listas para iniciar sobre la base de la planificación y construcción de ciudades esponja.

4.2 Un marco para la respuesta resiliente a los peligros de las aguas pluviales urbanas desde una perspectiva de planificación

Basándose en la experiencia internacional y las ideas básicas de la respuesta resiliente a la lluvia y las inundaciones urbanas, el autor ha intentado construir un marco general para la respuesta resiliente a la lluvia y las inundaciones urbanas desde la perspectiva de la planificación (Figura 2). Basándose en la lógica subyacente del pensamiento sistémico y el pensamiento resiliente, el marco lleva a cabo la planificación-implementación-evaluación-acción (PDCA) para la mejora de la resiliencia a la lluvia y las inundaciones urbanas en diferentes dimensiones, como escalas/niveles , procesos, elementos y sujetos participantes, y al mismo tiempo implementa el seguimiento y la evaluación y la comunicación entre múltiples sujetos. Dado que las etapas de implementación, evaluación y acción no son el foco de este documento, este documento se centra en el contenido de la planificación. En la etapa de planificación, incluye los pasos de determinación del inventario de riesgo de peligro de aguas pluviales urbanas, evaluación de peligro y resiliencia de aguas pluviales urbanas, evaluación de riesgo de peligro de aguas

pluviales urbanas en diferentes escenarios como el cambio climático y el desarrollo económico y social, determinación del objetivo de mejora de la resiliencia a los peligros de las aguas pluviales urbanas, estrategia de mejora de la resiliencia a los peligros de las aguas pluviales urbanas y su priorización y determinación de la clasificación, etc. En cada paso, el gobierno, la sociedad y las personas relacionadas con la mejora de la resiliencia a los desastres urbanos causados por la lluvia y las inundaciones deben participar en la comunicación y luego determinar si se debe pasar al siguiente paso.

La evaluación de la resiliencia a los peligros de las aguas pluviales urbanas y la evaluación del riesgo de peligros de las aguas pluviales urbanas en diferentes escenarios son fundamentales para el marco de respuesta general. Los métodos para la evaluación de la resiliencia a las inundaciones urbanas varían según el propósito de la evaluación. Si el propósito es comprender la variabilidad espacial y temporal, son preferibles métodos como el método del Sistema de Indicadores de Evaluación (EIS) [50] y el método del Índice de Resiliencia Integral (CRI) [51]. Si el propósito es averiguar la resiliencia a los desastres de lluvia urbana, entonces son mejores el método del sistema de índice de evaluación y el método del índice de resiliencia integral.

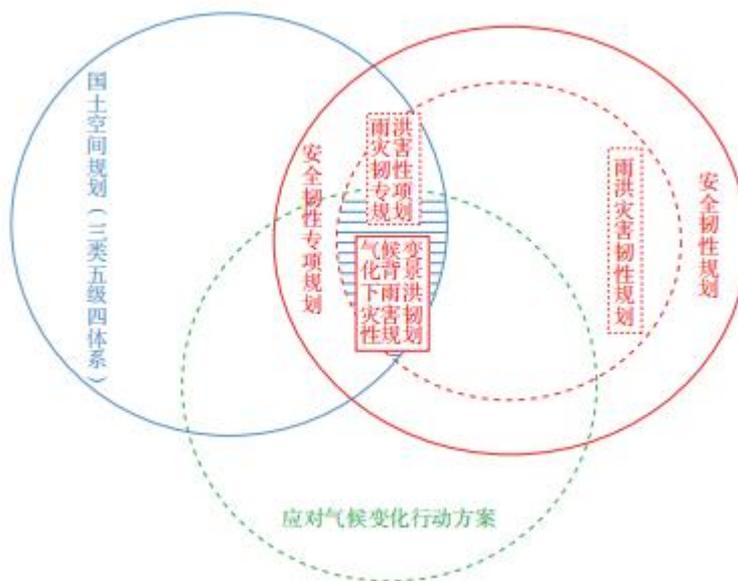


Fig.1 Relación entre la planificación espacial territorial y la planificación de la resiliencia en el contexto del cambio climático

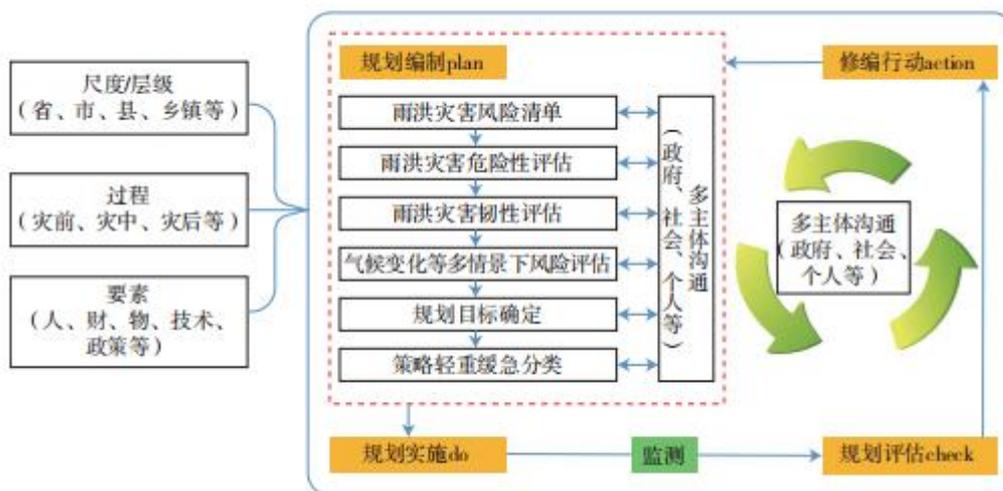


Fig. 2 Marco de planificación general PDCA para la gestión resiliente del riesgo de inundaciones en el contexto del cambio climático

4 Un marco genérico para la respuesta resiliente a los peligros de las aguas pluviales urbanas desde una perspectiva de planificación

4.1 Ordenación del territorio y resiliencia urbana frente a las aguas pluviales

En cuanto a las deficiencias o deficiencias de la resiliencia, el método de evaluación de riesgos en escenarios extremos utilizado en la planificación de la resiliencia de la tierra de Japón ^[52] y la planificación de la resiliencia de Nueva York ^[53] es mejor, y este método se aplica cada vez más en la planificación de ciudades resilientes en China. Por ejemplo, el Plan Especial del Espacio de la Ciudad Resiliente de Beijing (2022-2035) toma la inundación "7-20" de Zhengzhou de 2021 como el escenario límite de los factores causantes de desastres en el marco de los escenarios de desastres por lluvia e inundaciones; la Evacuación de Emergencia y Rescate de Shenzhen La Planificación Espacial para la Evacuación de Emergencia y el Rescate en Shenzhen (2021-2035) toma el número máximo de evacuados después del tifón más fuerte de la historia como el escenario límite para las necesidades de evacuación de emergencia y rescate en desastres por lluvia e inundaciones.

Además de los escenarios limitantes del peligro de las aguas pluviales urbanas, el riesgo de desastres por aguas pluviales también se puede evaluar en diferentes escenarios de la estrategia de correspondencia. Por ejemplo, se pueden utilizar diferentes escenarios de factores de influencia individuales, como el estándar de defensa de diques, la capacidad del sistema de drenaje, la configuración de bombas de drenaje motorizadas, la tasa de evacuación oportuna de los residentes antes del desastre, la tasa de absorción de agua en la superficie, el aumento de la temperatura, el aumento del nivel del mar y la tasa de compra de seguros contra lluvias, o diferentes escenarios de diferentes combinaciones de dos o más factores, para evaluar la magnitud del riesgo de desastres por lluvias de forma cualitativa o cuantitativa, y para determinar los principales factores que afectan a la resiliencia de la ciudad ante desastres por lluvias e inundaciones. Esto determinará los principales factores que afectan a la resiliencia de los desastres por lluvias e inundaciones urbanas, y proporcionará una base científica para la formulación de objetivos y estrategias para mejorar la resiliencia de los desastres por lluvias e inundaciones urbanas.

La determinación científica y razonable de los objetivos de la planificación de la resiliencia a los peligros de las aguas pluviales urbanas es el alma de una planificación exitosa. Los objetivos de la planificación pueden ser multiobjetivo, multinivel y diferenciados espacialmente. Multiobjetivo, se refiere a que el objetivo de construcción de ciudades resilientes a las lluvias y las inundaciones urbanas no es uno solo, por ejemplo, la planificación de la dureza territorial de Japón en el objetivo general tiene cuatro aspectos de la composición: maximizar la vida de las personas para garantizar la seguridad; las funciones importantes del estado y la sociedad no serán fatales debido a los impactos externos y pueden mantener la estabilidad relativa del sistema; asegurar que la propiedad de las personas y las instalaciones públicas minimicen el grado de victimización;

Capacidad de recuperación rápida después de un desastre. El término "multicalibre" se refiere a las múltiples capacidades de protección de prevención, resistencia y rescate en respuesta a desastres urbanos causados por lluvias e inundaciones. La diferenciación espacial se refiere al hecho de que, debido a que la distribución espacial del riesgo de lluvia e inundaciones y la exposición y vulnerabilidad es heterogénea, los objetivos y estándares de planificación deben diferenciarse espacialmente en términos de maximizar la eficacia de la prevención de desastres. Por ejemplo, Japón planea cambiar la práctica actual de estándares uniformes para la prevención de inundaciones dentro de las ciudades.

(por ejemplo, 1 de cada 5 años de lluvia) y, dependiendo del daño potencial, el estándar de protección contra inundaciones se puede elevar adecuadamente para ciertas secciones (por ejemplo, 1 de cada 7 años, o incluso 1 de cada 10 años) ^[54].

5 Un sistema de estrategias de respuesta resiliente a los riesgos de lluvia e inundaciones urbanas

Los desastres urbanos causados por lluvias e inundaciones se han ido desarrollando junto con el progreso humano. Con el continuo avance de la urbanización, también han surgido investigaciones sobre estrategias de afrontamiento de los desastres urbanos causados por las aguas pluviales, y se ha acumulado una gran cantidad de resultados de investigación. Por ejemplo, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), junto con la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA)

(Por invitación del estado de Vermont , que fue devastado por la tormenta tropical Irene , FEMA preparó el Plan de recuperación de peligros de aguas pluviales de Vermont y resiliencia a largo plazo (VHSRP) para desarrollar estrategias de resiliencia de aguas pluviales urbanas a nivel de planificación del uso de la tierra local y de políticas del gobierno estatal. En particular, la parte de planificación del uso de la tierra local, desde el corredor fluvial (river corredor), asentamiento vulnerable (vulnerable asentamiento), área más segura (safer área), toda la cuenca hidrográfica (the whole hydroshed) y otros cuatro aspectos de la respuesta a las medidas llevaron a cabo arreglos institucionales muy detallados ^[55] . En Japón, bajo la situación cada vez más grave de desastres urbanos por lluvia e inundaciones, por un lado, se han revisado y mejorado las directrices de planificación de la gestión del agua de hace más de 10 años, y se han desarrollado el hardware y el software para que sean compatibles con el cambio climático global.

y la transformación equilibrada por software de la planificación de la gestión del agua ^[56] , por otro lado, se requiere que los gobiernos locales realicen simulacros de emergencia, alerta temprana, evacuación, rescate y recuperación y reconstrucción antes, durante y después de los desastres, y se proporciona una lista de trabajo detallada ^[57] . Cigler ^[58] Resume el sistema de respuesta a desastres por aguas pluviales urbanas desde la perspectiva de contramedidas de ingeniería y no ingeniería.

En los últimos años, los académicos en China han llevado a cabo investigaciones innovadoras sobre el sistema de estrategia de afrontamiento de resiliencia para desastres urbanos de lluvia e inundaciones. Por ejemplo, Cheng Xiaotao et al. ^[59] exploraron las estrategias de prevención y control de desastres por inundaciones en el entorno de cambio climático que son apropiadas para las condiciones nacionales básicas de China en la nueva era, basándose en la investigación de campo y la reflexión sobre la inundación "7-20" en Zhengzhou. Chen Bilin et al. ^[60] tradujeron la resiliencia urbana a la lluvia y las inundaciones en cuatro dimensiones del espacio físico, como el paisaje ecológico, la red de transporte, la función del vecindario y la infraestructura contra inundaciones, y llevaron a cabo una evaluación empírica e investigación de respuesta en Shenzhen como ejemplo. Xie Lei et al. ^[61] establecieron un modelo de resiliencia y un sistema de índice de "reserva espacial", "garantía temporal" y "compuesto funcional" para áreas costeras, y llevaron a cabo prácticas de planificación con Ningbo como ejemplo. Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre estrategias de mejora de la resiliencia urbana a los desastres de lluvia e inundaciones comienzan desde áreas individuales como el espacio físico, la gestión del agua, la evacuación de emergencia y el rescate, que están muy fragmentados y necesitan ser sistematizados.

Las estrategias de respuesta a desastres por inundaciones por tormentas urbanas, basadas en una perspectiva espacial, pueden clasificarse ampliamente en estrategias espaciales y no espaciales. El cambio climático, que afecta tanto la frecuencia, escala e intensidad de las inundaciones por aguas pluviales como la distribución espacial y temporal de las inundaciones por aguas pluviales, afecta así directa o indirectamente el desarrollo de estrategias espaciales y no espaciales (Figura 3). Las estrategias espaciales, basadas en su relación con el peligro de inundaciones por lluvia, pueden clasificarse además como evitación, intensificación, preparación, optimización de la estructura espacial y mitigación de peligros. La evitación se refiere a alejarse de las zonas de alto peligro de inundaciones por lluvias, como llanuras de inundación de ríos, llanuras de inundación y llanuras aluviales. El refuerzo se refiere a la construcción de estructuras que tienen más probabilidades de verse amenazadas por inundaciones por agua de lluvia.



Fig.3 Estrategias para la gestión resiliente del riesgo de inundaciones en el contexto del cambio climático

Es necesario fortalecer la capacidad de defensa contra desastres por lluvia e inundaciones. Por ejemplo, fortalecer la construcción de diques y sistemas de drenaje, mejorar las estructuras resistentes a inundaciones de edificios y estructuras (tablas de inundación, pasarelas, etc.) e instalar estaciones de bombeo de drenaje adicionales, cisternas y otras instalaciones. La preparación para desastres se refiere al hecho de que después de la ocurrencia de un desastre por lluvia o inundación que supere el estándar de defensa, los residentes locales pueden ser evacuados y rescatados a tiempo, y hay suficientes refugios de emergencia, canales de evacuación de emergencia, materiales de rescate de emergencia, atención médica de emergencia, comunicación de emergencia y otras instalaciones básicas de protección de la vida. La optimización de la estructura espacial se refiere a la reducción del riesgo de desastres urbanos por lluvia e inundaciones mediante la asignación razonable de tierras para la población, la industria, el transporte y otros fines. Por ejemplo, la estructura de diseño distribuido en grupos, la política basada en distritos de Japón basada en la zonificación del riesgo de desastres por lluvia e inundaciones, la creación de ciudades en terrazas de Japón y la construcción de ciudades tridimensionales de la Zona de Cooperación de la Industria de Servicios Modernos Shenzhen-Shenzhen-Hong Kong. La reducción del riesgo se puede lograr, por un lado, reduciendo el aumento de la temperatura global mediante la reducción de las emisiones de carbono, mitigando así los impactos negativos del cambio climático en los seres humanos, y, por otro lado, también se puede lograr a través de soluciones basadas en la naturaleza, como las ciudades esponja, que pueden reducir la cantidad de escorrentía superficial y la escala de las inundaciones por lluvia, y ralentizar el peligro de los impactos de las inundaciones por lluvia, reduciendo así el riesgo de desastres por inundaciones por lluvia.

Estrategias no espaciales, incluida la gestión integrada de aguas pluviales urbanas

Sistema de prevención de desastres, sistema de gestión de emergencias, vínculos regionales, plan de emergencia, aplicación de nuevas tecnologías como la IA, mejora del sistema de seguro contra desastres por lluvia e inundaciones, etc. El sistema integral de prevención de desastres por lluvia e inundaciones urbanas incluye un sistema de monitoreo, análisis, pronóstico y advertencia de lluvia antes de que ocurra el desastre, un sistema de monitoreo, análisis, pronóstico y advertencia de inundaciones, compilación y divulgación de mapas de peligro de lluvia e inundaciones, y educación y simulacros de prevención de inundaciones. El sistema de gestión de emergencias por lluvia e inundaciones urbanas se refiere a la función administrativa de lidiar con los desastres por lluvia e inundaciones y su sistema portador, el trabajo principal

El trabajo es la respuesta de emergencia y la eliminación de desastres de lluvia e inundaciones urbanas,

incluyendo la emisión de órdenes y la organización y el despliegue oportunos de recursos de evacuación y rescate de emergencia, como personas, propiedades y materiales. La ocurrencia de desastres de lluvia e inundaciones urbanas y su impacto es a menudo interregional, incluso si el desastre de lluvia e inundación urbana ocurrió en una región administrativa, si es una catástrofe, los recursos de evacuación y rescate de emergencia en la región a menudo no pueden satisfacer la demanda, y necesitan estar fuera de la región para ayudar, por lo que es muy importante colaborar y vincularse en la región. Por ejemplo, la firma del Memorando de Entendimiento sobre el Desarrollo Sinérgico de la Gestión Integrada de Emergencias en el Delta del Río Yangtze (YRD) marca el comienzo de la vinculación regional en la respuesta a desastres en la región YRD. La planificación de emergencias se refiere al despliegue previo de planes de gestión, mando y rescate de emergencias ante desastres urbanos por lluvias e inundaciones, y generalmente incluye subsistemas como el sistema de mando de organización y gestión de emergencias, el sistema de protección de ingeniería y rescate de emergencias, el sistema integral de coordinación y apoyo, el sistema de protección y suministro, y el equipo de emergencia para rescate integral. Los robots, drones, IA y otras nuevas tecnologías en defensa contra desastres por lluvia e inundaciones, basadas en análisis de big data, tienen las ventajas de pronóstico y alerta temprana, respuesta rápida y apoyo a la toma de decisiones. El seguro contra desastres es el seguro de la propiedad en sí y de los intereses económicos relacionados con ella como sujeto del seguro, Estados Unidos, Japón y otros países desarrollados tienen un sistema de seguro contra desastres por lluvia e inundaciones relativamente perfecto, el mercado juega el papel principal y el gobierno es el portador final del riesgo.

La historia de la humanidad ha sido una lucha contra la lluvia y las inundaciones, los terremotos y otros desastres.

La historia de la lucha continua contra los desastres naturales. Cada desastre natural, en diversos grados, ha reconfigurado el patrón espacial de la geografía económica y social regional y, al mismo tiempo, es una fuerza impulsora importante en el ajuste de las relaciones entre los seres humanos y la tierra. El desastre de las aguas pluviales urbanas y los recursos de las aguas pluviales urbanas, en sí mismo, es el agua pluvial urbana sobre la sociedad humana para producir dos naturalezas completamente diferentes del impacto, pero mientras la ciencia siga la formación de las aguas pluviales, el desarrollo de las regulaciones objetivas

Con el fin de minimizar los desastres de aguas pluviales urbanas y maximizar el uso de los recursos de aguas pluviales, y lograr una simbiosis armoniosa entre las aguas pluviales y los seres humanos, el Dujiangyan construido por Li Bing hace más de 2.200 años no solo controló eficazmente los desastres de aguas pluviales, sino que también irrigó más de 10 millones de acres de tierra, haciendo posible que la cuenca de Sichuan se convirtiera en una capital celestial, lo que ha proporcionado un buen caso de estudio sobre cómo podemos vivir en simbiosis con las aguas pluviales.

El marco generalizado para la respuesta resiliente a los desastres urbanos por lluvia e inundaciones propuesto en este documento, aunque es un marco para la categoría específica de desastres urbanos por lluvia e inundaciones, también es útil para la respuesta resiliente a otros desastres naturales como terremotos, deslizamientos de tierra, deslizamientos de lodo, etc. De hecho, algunas de las ideas de este documento provienen principalmente de la experiencia del autor y las reflexiones teóricas sobre el Estudio de planificación de mejora de la resiliencia de las instalaciones municipales de Hefei, la planificación espacial de evacuación y rescate de emergencia de Shenzhen y otros trabajos relacionados. Aunque estos trabajos no están dirigidos a desastres urbanos individuales por lluvia e inundaciones, todos han prestado atención enfocada a los desastres urbanos por lluvia e inundaciones, y los resultados relevantes han sido altamente reconocidos por los departamentos pertinentes. Además, se espera que el marco pueda refinarse, actualizarse y mejorarse continuamente en la práctica de planificación futura, e incluso transformarse en estándares o normas relevantes, a fin de servir mejor a la implementación fluida de la resiliencia a los desastres urbanos por lluvia e inundaciones en el sistema de planificación espacial territorial de China.

Después de la formación del primer borrador, el consejo editorial de la Revista de Planificación Urbana y los revisores hicieron muchas modificaciones y mejoras constructivas, ¡y me gustaría expresar mi profundo agradecimiento!

Referencias

- [1] DU S, CHENG X, HUANGE Q, et al. Comunicación breve: replanteamiento de las inundaciones de 1998 en China para prepararse para un futuro no estacionario[J]. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 2019, 19: 715 - 719.
- [2] Oficina del Gabinete de Japón . Libro blanco sobre prevención de desastres | Información subsidiaria 15 Relación entre daños y producto interno bruto por instalaciones y otros daños [EB/OL]. 2022. 2022. https://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/r04/honbun/3b_6s_15_00.html
- [3] lenton tm, rockström j.GAFFNEY O, et al. Puntos de inflexión climáticos: es demasiado arriesgado apostar en contra[J]. *Nature*, 2019, 575: 592-595.
- [4] STEFFEN W, ROCKSTROM J, RICHARDSON K, et al. Trayectorias del sistema terrestre en el antropoceno[J]. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*, 2018, 115: 8252-8259.
- [5] Yan Wentao , Ren Jie , Zhang Shangwu y otros . Ciudad resiliente de Shanghai Planificación: cuestiones clave, marco general y estrategias de planificación [J]. *Revista de Planificación Urbana* , 2022(3): 19-28.
- [6] PAN Haixiao , DAI Shenzhi , ZHAO Yanjing , et al . Charla académica sobre "Resiliencia urbana y planificación espacial para el cambio climático" [J]. *Revista de planificación urbana* , 2021(5): 1-10.
- [7] Yang Xuanmei . Resiliencia espacial territorial : marco conceptual y camino de implementación [J]. *Revista de planificación urbana* , 2021(3): 112-118.
- [8] Yang Minxing , Huang Bo , Cui Chong , et al . Revisión y perspectivas de la investigación sobre prevención y control de desastres basada en la teoría de la ciudad resiliente [J]. *Journal of Urban Planning* , 2016(1): 48-55.
- [9] Dai Shenzhi , Liu Tingting , Gao Xiaoyu , et al . Sistema de planificación y mecanismo de implementación de la prevención y mitigación de desastres espaciales territoriales [J]. *Revista de planificación urbana* , 2023(1): 48-53.
- [10] Zhai Guofang . Hacer que las ciudades sean más seguras y las epidemias más eficientes [J]. *Human Habitat* , 2020(1): 10-13.
- [11] WANG Hui , REN Yilu , LU Siqi , et al. Respondiendo a la amenaza y ocurrencia de inundaciones con resiliencia urbana guiada por la sabiduría ecológica [J] . *Journal of Ecology* , 2016, 36(16): 4958- 4960 .
- [12] Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Banco Mundial. Creación de resiliencia urbana: principios, herramientas y prácticas, orientaciones en materia de desarrollo: medio ambiente y desarrollo sostenible [R]. 2013.
- [13] UNISDR (Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para Reducción de desastres) . Hacer que las ciudades sean resistentes: mi ciudad se prepara [R]. 2012.
- [14] HOLLING C S. Resiliencia y estabilidad de los sistemas ecológicos [J]. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 1973, 4:1 - 23.
- [15] WONG THF, BROWN R R. La ciudad sensible al agua: principios para la práctica [M]. *Water Sci. Technol.* 2009.
- [16] Zhou Yinan , Li Baowei . Dar forma con agua : ciudades resilientes a las aguas pluviales Investigación en diseño [J]. *Planner* , 2017, 33(2): 90-97.
- [17] BERTILSSON L, WIKLUND K, TEBALDI IDM, et al. Resiliencia ante inundaciones urbanas: un índice multicriterio para integrar la resiliencia ante inundaciones en la planificación urbana[J]. *Journal of Hydrology*, 2019, 573: 970-982.
- [18] de bruijn km, jafino ba, merz B. et al. Gestión del riesgo de inundaciones desde una perspectiva de resiliencia[J]. *Commun Earth Environ*, 2022(3): 285.
- [19] Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. Informe especial de la Oficina: medición de la resiliencia para el logro de los objetivos de desarrollo sostenible[R]. Ginebra, 2023.
- [20] JHA AK, MINERO TW, STANTON-GEDDES Z. Construyendo resiliencia urbana: principios, herramientas y práctica[M]. Washington DC, EE. UU.: Publicaciones del Banco Mundial, 2013 .
- [21] Zhai Guofang , He Zhongyu , Gu Fumei . Planificación urbana resiliente: teoría y práctica [M]. Prensa de la industria de materiales de construcción de China , 2021.
- [22] DUAN Yiyang , ZHAI Guofang , LI Wenjing . Progreso de la investigación internacional sobre la

- medición de la resiliencia urbana [J]. *Planificación Urbana Internacional* , 2021(6). 79-85.
- [23] sherrieb k, norris f, galea s. Medición de capacidades para la resiliencia comunitaria[J]. *Investigación de indicadores sociales: una revista internacional e interdisciplinaria para la medición de la calidad de vida*, 2010, 99 (2): 227-247.
- [24] JEROME H, KAHAN AC, et al. Una operación- Marco institucional para la resiliencia[J]. *Revista de Seguridad Nacional y Gestión de Emergencias*, 2009, 6(1): 83.
- [25] COLTEN CE, KATES RW, LASKA S B. Tres años después de Katrina: lecciones para la resiliencia comunitaria[J]. *Environment Science & Policy for Sustainable Development*, 2008, 50(5): 36-47.
- [26] ZHAI G, IKEDA S. Análisis empírico de la aceptabilidad del riesgo de inundaciones en Japón en un contexto de múltiples riesgos[J]. *Peligros naturales y ciencias del sistema terrestre*, 2008, 8: 1049-1066.
- [27] UNDRR (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres) . De las palabras a la acción: compromiso con la resiliencia en apoyo del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 [R]. 2020.
- [28] IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), Secciones[R]//Equipo de Redacción Central, LEE H, ROMERO J. Cambio climático 2023: informe de síntesis. IPCC, Ginebra, Suiza, 2023. IPCC, Ginebra, Suiza, 2023.
- [29] PÖRTNER HO, ROBERTS D C. TIGNOR MM B. et al. Cambio climático 2022: impactos, adaptación y vulnerabilidad [M]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, 2022.
- [30] Mancomunidad de Australia. Colección de manuales australianos de resiliencia ante desastres: gestión de llanuras aluviales: una guía de mejores prácticas en la gestión del riesgo de inundaciones en Australia [R]. 3.ª ed. Instituto Australiano de Resiliencia ante Desastres, 2017.
- [31] Mancomunidad de Australia. Colección de manuales australianos sobre resiliencia ante desastres: planificación de emergencias por inundaciones para la resiliencia ante desastres [R]. Instituto Australiano para la Resiliencia ante Desastres, 2020.
- [32] del Ministerio de Tierras, Infraestructura , Transporte y Turismo Directriz (caso) [R]. Ministerio de Tierras, Infraestructura, Transporte y Turismo, Dirección de Gestión del Agua y Conservación de Tierras , Departamento de Alcantarillado, 2021-11.
- [33] Ministerio de Tierras, Infraestructura, Transporte y Turismo . Guía de medidas contra inundaciones por parte del gobierno y el sector privado: explicación del sistema regional de medidas contra inundaciones [R]. Ministerio de Tierras, Infraestructura, Transporte y Turismo, Oficina de Gestión del Agua y Conservación de Tierras, División de Alcantarillado, Japón , 2021-11.
- [34] Ministerio de Tierras, Infraestructura, Transporte y Turismo, Japón . Consideración de cambios en la política básica para la restauración de ríos [R]. Ministerio de Tierras, Infraestructura, Transporte y Turismo, Oficina de Gestión del Agua y Conservación de Tierras, Japón , 27 de mayo de 2022.
- [35] DEFRA (Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales) . Plan de cuenca hidrográfica- orientación sobre planificación [R]. 2021-9.
- [36] Asociación de Ginebra. Gestión del riesgo de inundaciones en los Estados Unidos [R]. Asociación de Ginebra: Asociación Internacional para el Estudio de la Economía de los Seguros, Ginebra, 2020.
- [37] BROWDER G, NUNEZ SA, JONG- MAN B, et al. Una respuesta épica: gobernanza innovadora para la gestión del riesgo de inundaciones y sequías [R]. Banco Mundial, Washington, DC, 2021.
- [38] Naciones Unidas. Directrices para reducir las pérdidas por inundaciones [R]. Directrices para reducir las pérdidas por inundaciones [R]. 2007.
- [39] UNDRR (Oficina de las Naciones Unidas para Reducción del riesgo de desastres) . El informe de Revisión intermedia de la implementación del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030[R]. UNDRR: Ginebra, Suiza, 2023.
- [40] MA Kun , TANG Xiaolan , REN Yujie , et al . Investigación sobre la construcción de un modelo de gestión de precipitaciones e inundaciones en granito montañoso basado en la teoría de la resiliencia [J].

Revista de la Universidad Forestal de Nanjing (edición de ciencias naturales), 2018, 42(3): 139-145.

[41] Yang Fan , Xu Ying , Duan Ning . Transformación inteligente del sistema de gobernanza de la resiliencia a las inundaciones urbanas e innovación del camino hacia su realización [J]. Urban Development Research , 2021, 28(5):119-126.

[42] YE X, WAN G, LU Z, et al. Hacia un marco impulsado por IA para la planificación y el diseño de resiliencia ante inundaciones urbanas multiescala[J]. Computational Urban Science, 2021(1):11.

[43] SHARIFI A, YAMAGATA Y. Resilientes forma urbana: un marco conceptual[R]// Planificación urbana orientada a la resiliencia, 2018: 167-179.

[44] Wang , Hanyan Li , Xinyu Zang . Cómo hacer frente a las inundaciones provocadas por tormentas en una ciudad Un marco teórico para la resiliencia de los entornos construidos [J]. Revista de Arquitectura , 2022(S1): 18-23.

[45] FISCHHOFF B, SLOVIC P, LICHTEN- STEIN S, et al. ¿Qué tan seguro es lo suficientemente seguro? Un estudio psicométrico de las actitudes hacia los riesgos y beneficios tecnológicos [J]. Ciencias Políticas, 1978(9): 127-152.

[46] Zhai GF , Lu YW . Planificación espacial para evacuación y rescate de emergencia: teoría-metodología-práctica [M]. Prensa de la industria de materiales de construcción de China , 2023.

[47] (Sociedad de Desastres por Incendios de Japón . Informe de una encuesta sobre los incendios asociados con el terremoto de Hyogo de 1995 en el sur de Japón [R].1996.

[48] NIB (Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción). La mitigación de riesgos naturales salva vidas, 2019 informe[R]. 2019.

[49] UNDRR (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres). Estudio de alcance sobre riesgos compuestos, en cascada y sistémicos en Asia y el Pacífico [R]. 2022.

[50] Li Y , Zhai GF. Evaluación de la resiliencia ante desastres urbanos de China y Investigación sobre su estrategia de mejora [J] . Planner , 2017(8): 5- 11 .

[51] GUO Jia , ZHAI Guofang , GE YiFu . Construcción e investigación empírica sobre el índice de resiliencia integral del hábitat rural : el caso de la provincia de Jiangsu [J]. Planificación urbana de Shanghái , 2023(2): 15-22.

[52] Ministerio de Refuerzo Territorial de Japón . Resultados de la evaluación de vulnerabilidad [R]. 2023.

[53] La ciudad de Nueva York: una Nueva York más fuerte y más resiliente[R]. 2013.

[54] Ministerio de Tierras, Infraestructura, Transporte y Turismo . Medidas de lucha contra las inundaciones por parte del gobierno y el público. Explicación del sistema regional de medidas de lucha contra los daños causados por inundaciones [R]. Ministerio de Tierras, Infraestructura, Transporte y Turismo, Oficina de Gestión del Agua y Conservación de la Tierra, Departamento de Alcantarillado, Japón , 2021.

[55] EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos). Planificación para la recuperación de inundaciones y resiliencia a largo plazo en Vermont: enfoques de crecimiento inteligente para comunidades resilientes a desastres[R]. 2014.

[56] Plan de Tecnología para la Gestión del Agua para la Transformación Climática Buscar . Cambio climático en los planes de gestión del agua [R]. 2021.

[57] Oficina del Gabinete (Prevención de Desastres) . Daños por agua en municipios Contramedidas [R]. 2016.

[58] CIGLER B AUS inundaciones: la necesidad de mitigación[J]. Gobierno estatal y local Revisión, 2017(2): 1-13.

[59] CHENG Xiaotao , LIU Changjun , LI Changzhi , et al . Características de la evolución del riesgo de inundaciones y estrategias de mejora de la resiliencia urbana en un entorno cambiante [J]. Journal of Water Resources , 2022, 53(7): 757-768.

[60] CHEN Bilin , LI Yinglong . Evaluación de la planificación de la transición adaptativa orientada a la resiliencia a las inundaciones para ciudades costeras de alta densidad : un estudio de caso del área de la bahía de manglares de Shenzhen [J]. Journal of Urban Planning , 2023(4). 77-86.

[61] Xie Lei , Zhou Pengfei , Yang Hongyi , et al . Explorando el paradigma de resiliencia de los proyectos vitales en áreas costeras bajo el impacto del cambio climático : el caso de Ningbo [J]. Journal of Urban

Planning , 2022 (S2): 81-88.

Revisado: 2023-12