

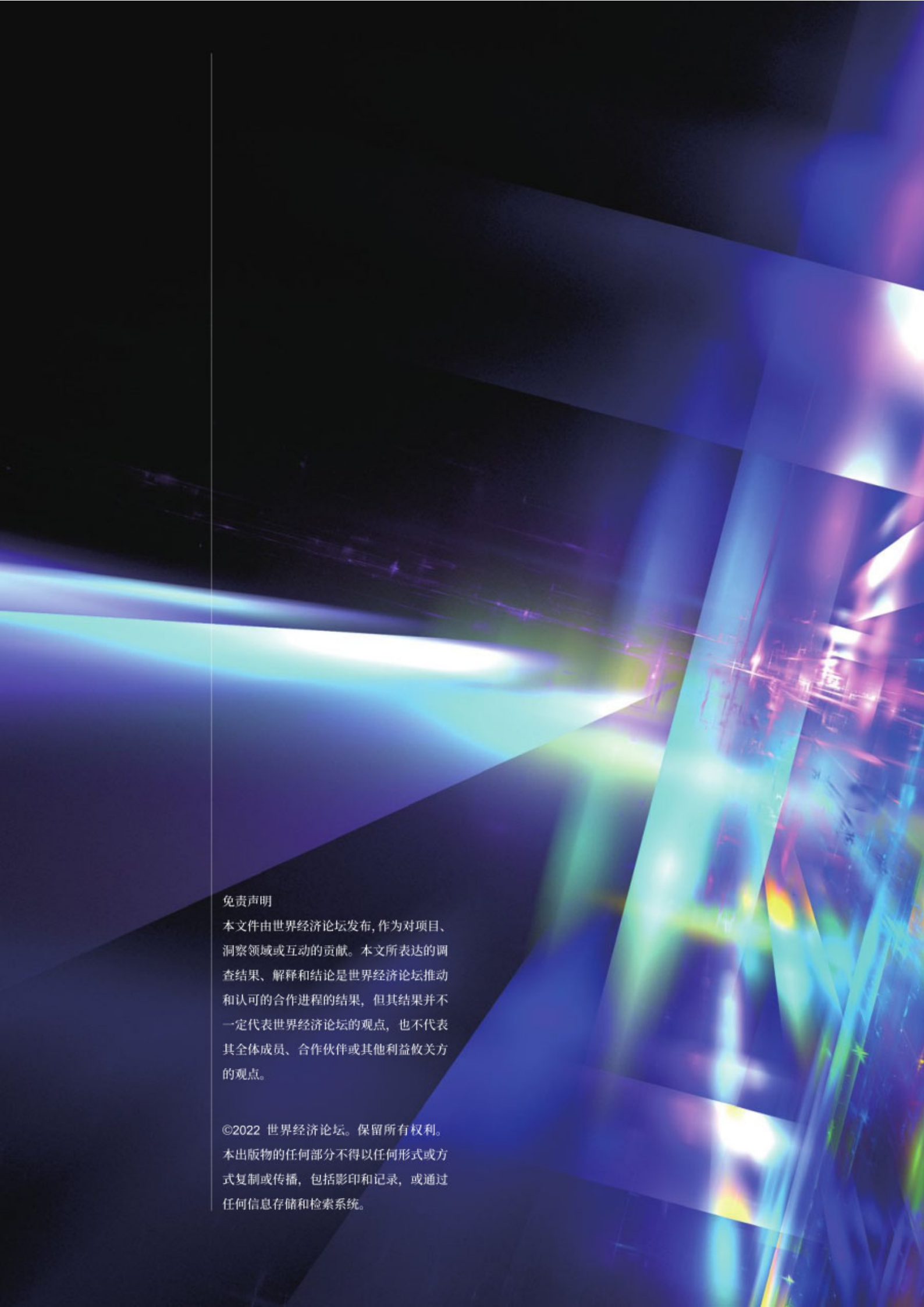
与中国信息通信研究院联合发布

WORLD
ECONOMIC
FORUM

数字孪生城市： 框架与全球实践

洞察力报告
2022年4月





免责声明

本文件由世界经济论坛发布,作为对项目、洞察领域或互动的贡献。本文所表达的调查结果、解释和结论是世界经济论坛推动和认可的合作进程的结果,但其结果并不一定代表世界经济论坛的观点,也不代表其全体成员、合作伙伴或其他利益攸关方的观点。

©2022 世界经济论坛。保留所有权利。
本出版物的任何部分不得以任何形式或方式复制或传播,包括影印和记录,或通过任何信息存储和检索系统。

目录

4	前言
5	摘要
7	1. 数字孪生城市的概念与价值
8	1.1 数字孪生城市概念认识逐渐清晰
9	1.2 数字孪生城市具备四大技术特征
12	1.3 数字孪生技术为城市带来巨大价值
13	1.4 数字孪生城市的三大愿景
15	1.5 数字孪生城市具备广阔发展空间
16	2. 数字孪生城市的关键要素
17	2.1 数字孪生城市要素架构
18	2.2 数字孪生城市内部核心要素
25	2.3 数字孪生城市外部支撑要素
30	3. 数字孪生城市的全球实践
31	3.1 评中国雄安新区：依托 BIM 管理平台实现城市全生命周期数字化监管
32	3.2 中国昆明：打造数字孪生城市交通数据底座提升交通综合治理水平
34	3.3 中国深圳妈湾智慧港：打造数字孪生港口平台实现港口运作和港航管理智能化
35	3.4 马来西亚乔治城：通过数字孪生城市平台模拟推演城市新建项目潜在影响
36	3.5 美国新墨西哥州：基于数字孪生城市平台打造清洁城市有效降低碳排放量
38	3.6 法国雷恩市：虚拟雷恩有效助力地铁规划建设大幅降低建设成本
39	3.7 澳大利亚新南威尔士州：开发数字孪生概念验证模型支撑多利益相关方加入城市规划
41	4. 数字孪生城市的挑战与建议
42	4.1 数字孪生城市面临的挑战
43	4.2 对政府推进数字孪生城市的建议
44	4.3 对产业推进数字孪生城市的建议
46	附录
46	附录 1 全球数字孪生要素研究观点
47	附录 2 全球主要经济体数字孪生相关政策
48	撰稿人
49	致谢
50	尾注

前言

**余晓晖**中国信息通信
研究院院长**Jeff Merritt**世界经济论坛执行委员会
成员
城市转型平台全球负责人

城市的持续发展与繁荣是现代文明的伟大胜利之一。城市承载了世界上大多数的人口，也创造了超过80%的全球GDP。在规模化快速发展的同时，城市也面临系列挑战，如碳排放增加与环境污染、交通拥堵、洪涝暴雨等自然灾害下暴露出城市脆弱性等。新冠疫情进一步加剧了这些问题。联合国《2030年可持续发展议程》提出“建设包容、安全、韧性和可持续城市和社区”的目标，然而，这一目标虽被广为接受，却不具备清晰的实现路径。城市可持续发展目标的实现，既依赖数字技术的创新与赋能，也需要政策支持与机制变革¹。

数字孪生城市（Digital Twin City）正是面向未来可持续发展提出的城市规划建设新理念与新模式，是数字技术革新与城市运行机制创新的有效结合，是城市升级的可行路径。通过物理城市与数字城市的精准映射、虚实融合、软件定义、智能反馈，促进城市生产更加高效安全、生活服务更加便捷包容、生态环境更加低碳可持续。中国雄安、新加坡、法国雷恩等全球多个城市正积极探索实践，取得了一定成效。

中国信息通信研究院（下文简称“信通院”）作为中国国家高端专业智库，长

期致力于信息通信领域研究和创新，信通院智慧城市团队在数字孪生（Digital Twin，又称“数字双胞胎”）研究基础上，于2017年创新性地提出数字孪生城市理念，积极与产学研用各界深入研讨，推动数字孪生城市产业发展和实践经验共享。

《数字孪生城市框架与全球实践报告》正是信通院智慧城市团队与世界经济论坛城市转型平台的研究成果。报告提出了数字孪生城市4大技术特征，3大发展愿景，深入分析了驱动数字孪生城市发展的9大关键要素，并针对当前挑战，提出了高质量建设数字孪生城市的思路建议。该报告对于各地正探索研究并付诸实践的城市管理者、积极拥抱数字孪生技术并推广应用的企业家和投资者有一定借鉴意义。

未来，信通院将与世界经济论坛以及全球产业多利益相关方携手，共同推进全球数字孪生城市理论深化研究，发布数字孪生城市建设指南，搭建数字孪生城市优秀案例库，共享技术创新和实践经验，助推数字孪生城市更以人为本、更可持续地稳健发展。

摘要

当今世界，超过半数的人口居住在城镇地区，伴随城市化率快速增长，城市在满足城镇人口住房、基础设施、交通、能源需求方面面临巨大挑战，亟需新的思路与方法。城市转型与可持续发展的目的是实现人与自然世代共同繁荣。这需要将城市发展的重点从创造建筑环境转移到改善城市建设的成果——城市必须造福于人和地方发展。为实现这一目标，城市的系统必须协同起来，因为城市是由相互连接的资产和网络组成的复杂系统。城市是“系统的系统”，是复杂巨系统的典型代表。

当今时代，我们面临的主要挑战也是系统性的：实现零碳发展、适应气候变化和发展循环经济都是系统层面的挑战，需要基于系统的解决方案。因此，我们需要基于系统的政策、技术、策略和工具，推动城市高质量转型。

利用以数字孪生为代表的第四次工业革命技术，配合政策机制改革，重塑优化城市规划方法、治理服务模式和运营机制，可以帮助我们更好地理解系统，更有效地进行干预，正成为城市直面挑战、迭代升级的一种可行路径。将城市作为一个系统的系统来管理，重点是为人类、社会 and 自然提供更好的结果，这需要整合建筑环境和自然环境等各个行业，同时要求我们将现实世界、数字世界和人类世界连接起来。

目前数字孪生城市已经在新加坡、中国雄安等地落地实践，有效提升了城市公共服务与管理水平，助力更便捷、高效地提供城市服务，促进更立体、精细地治理城市。但是，数字孪生城市目前仍然处于探索期，面临认识不一、技术不成熟、商业模式不清晰等诸多挑战，亟需产学研用各方充分探讨，逐步对数字孪生城市内

涵、架构等达成共识，分享最佳实践经验，助力数字孪生城市有序发展。

数字孪生城市是通过数字化虚拟的构建，将城市的物理空间映射到数字空间，通过模拟、监控、诊断、预测和控制，解决城市规划、设计、建设、管理、服务的复杂性和不确定性问题，实现城市物理维度和数字维度的同步运行、虚实互动。数字孪生城市具备4大典型技术特征，即精准映射、分析洞察、虚实交互和智能干预。

数字孪生城市追求3大目标愿景，即城市生产运行更加集约高效，城市生活空间宜居便捷，城市生态环境可持续发展。在城市生产中，运用数字孪生技术，实现对接人流、物流、能量流、信息流等复杂场景进行智能化分析，如优化城市空间布局，纾解复杂路口拥堵，自然灾害模拟推演制，科学制定应急疏散方案等，洞察城市运行规律，降低城市治理成本，提升市民生活质量。在城市生活中，利用数字孪生技术监测城市部件性能，预测故障规避风险，保障居民生活安全，同时打造虚实交互、个性定制的数字孪生医疗、课堂、社区等服务。在生态减排中，数字孪生城市有助于城市管理者和专家在三维全息场景下评估优化生态布局，遴选碳排放政策最优方案，推动能源设施精细化运维、碳轨迹追踪，助力城市实现碳中和。

数字孪生城市发展涵盖9大要素，呈现“4+5”的要素框架。基础设施、数据资源、平台能力、应用场景是数字孪生城市的4大内部要素，为数字孪生城市提供内生动力和数字底座。战略与机制、利益相关方、资金与商业模式、标准与评估、网络安全是数字孪生城市的5大外部要素，为数字孪生城市提供良好环境和外部支撑。

当前数字孪生城市建设仍然面临诸多挑战，例如对其认识仍相对片面，对其价值认知尚不统一，海量数据汇聚增加了数字安全与隐私保护风险，复合型人才资源、行业知识资源有所欠缺，创新的商业模式等仍亟待深化等。据本项目申报案例统计，目前66.7%数字孪生城市项目资金来源于政府财政投资，社会资本和企业力量投入仍需提高。

技术解决方案是必要的，但仅依靠技术方案是不够的。科技以人为本，数字孪生城市的最终目标是为了促进社会公平与包容，保护个人权益和积极促进城市转型的商业力量，让弱者更强，让强者更有爱，让城市更宜居，让自然更和谐。一个城市级的数字孪生项目要想取得成功，还必须解决人力和组织方面的因素，涉及到道德和技能、商业、法律和监管解决方案。数字孪生城市不仅要实现跨组织边界数据共享，更要驱动每个组织信息管理成熟度的提高。因此数字孪生城市项目必须是“社会技术”，使每个组织都能从更好的决策中受益，并使数字孪生子系统们在整个经济中提供更好的结果。简而言之，数字孪生的社会技术变革项目为人类、社会和

自然更好发展提供了路径。

面对挑战，展望未来，数字孪生城市高质量发展需要政府、企业等相关利益方协同推进。政府要充分协调自上而下的顶层设计与自下而上的基层需求，激发市民和机构的创新热情；围绕个体需求设计更多跨行业领域的数字孪生场景，以需求牵引供给，不可为孪生而孪生；分级分类构建孪生城市数据体系，确保分布式安全保障与个人隐私保护；搭建协同创新的跨学科多梯次人才队伍。企业要降低数字孪生城市应用场景的生成门槛，吸引更多从业者和中小企业参与；重点锻造数字孪生领域独特长板，形成组合式创新繁荣生态；注重产业实施中标准引领，形成互联互通互利共赢的标准化伙伴关系；同时，要拓展数字孪生城市从to G市场走向to B和to C市场，将项目一次性建设关系转变为长效化经营与购买服务关系。

数字孪生技术是一种新型思维模式和先进科技力量，对数字孪生技术的认识、理解、祛魅，对基于数字孪生治理框架下的摸索、探讨、共识，对应用场景的孵化、扶持、规范，这些都是长期而重要的工作，需要多利益相关方的通力合作，共同进步。

