



数字孪生城市：虚实相生的未来

周瑜 中国社会科学院政府政策与公共管理系

2019年10月

目 录

- 一、从数字孪生到数字孪生城市**
- 二、数字孪生城市的系统认知**
- 三、数字孪生城市的实践突破**



一、从数字孪生到数字孪生城市

为什么？

是什么？

怎么干？

CAICT 中国信通院

数字孪生城市研究报告 (2019年)

中国信息通信研究院
2019年10月

目 录

一、 数字孪生城市发展概况.....	1
(一) 理念引领，各地纷纷提出建设数字孪生城市.....	1
(二) 产业响应，各类企业抢抓商机激活 ICT 产业链.....	2
(三) 资本助力，数字孪生城市板块崛起倍受市场关注.....	4
(四) 场景先行，数字孪生部分应用先行先试初显成效.....	4
二、 数字孪生城市总体架构与核心平台.....	8
(一) 三横两纵总体架构.....	8
(二) 泛在感知与智能设施管理平台.....	11
(三) 城市大数据平台.....	13
(四) 城市信息模型平台.....	16
(五) 共性技术赋能与应用支撑平台.....	18
三、 数字孪生城市关键技术要素.....	21
(一) 新型测绘：快速采集地理信息.....	21
(二) 标识感知：实时“读写”真实城市.....	27
(三) 协同计算：高效处理海量数据.....	33
(四) 全要素表达：精准“描绘”城市前世今生.....	36
(五) 模拟仿真：在数字世界推演城市运行态势.....	44
(六) 深度学习：推动城市自我学习智慧成长.....	48
四、 数字孪生城市典型应用场景.....	53
(一) 城市规划仿真：形成全局最优决策.....	53
(二) 城市建设管理：项目进度可视化管控.....	55
(三) 城市常态管理：“一盘棋”综合治理.....	59
(四) 交通信号仿真：最大化道路通行效能.....	62
(五) 应急演练仿真：应急预案更加贴近实战.....	67
(六) 公共安全防范：让“警亮”更“明亮”.....	70
(七) 公共服务升级：感同身受的体验.....	72

一、从数字孪生到数字孪生城市

物理孪生

追溯源头，最初只有物理上的“孪生”（Twin）。

在上世纪六七十年代美国宇航局的阿波罗计划中，建造了多艘相同的太空飞行器，就像“孪生体”。在飞行准备过程中，孪生体被广泛用于训练；在飞行任务期间，它被用来模拟地球模型上的备选方案，其中可用的飞行数据被用来尽可能精确地反映飞行条件，从而在危急情况下协助宇航员做出正确判断。这一方法后来也用于飞机制造业，通过飞机孪生体来优化和验证飞机系统的功能。

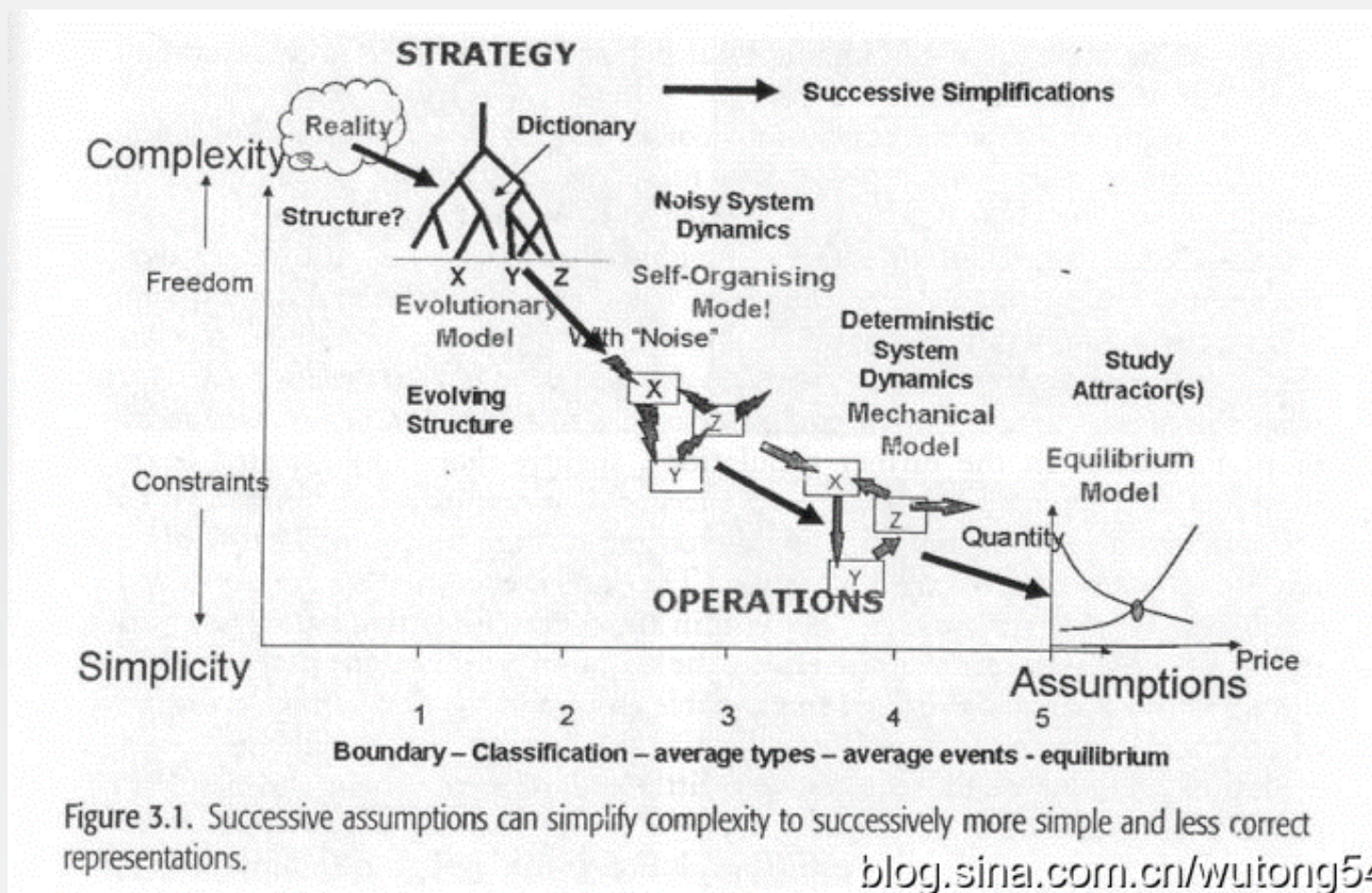




一、从数字孪生到数字孪生城市

生物学家Lewontin曾说道：“我对社会学家所处的位置相当同情。他们面对着最复杂和顽抗的有机体的最复杂和困难的现象,却不能像自然科学家那样具有操纵他们所研究的对象的自由。”

简化复杂性



接受复杂性

Figure 3.1. Successive assumptions can simplify complexity to successively more simple and less correct representations.

一、从数字孪生到数字孪生城市

数字孪生，最初始于“孪生”的物理实体，随着技术的发展，越来越多的物理部件被数字模型取代，并扩展至产品生命周期的各个阶段，直至形成与物理实体完全一致的虚拟数字模型，称为“数字孪生”。

概念萌发

2003年，Michael Grieves教授在产品生命周期管理课程中提出镜像空间模型：与物理产品等价的虚拟数字化表达。



2012年，NASA发布技术路线图，使用“数字孪生”一词并定义为：一种综合多物理、多尺度模拟的载体或系统，以反映其对应实体的真实状态”。

正式定义

引发关注

2016年，Gartner发布《2017年十大战略科技发展趋势》指出“数以亿计的物件很快将以数字孪生来呈现”。



探索应用

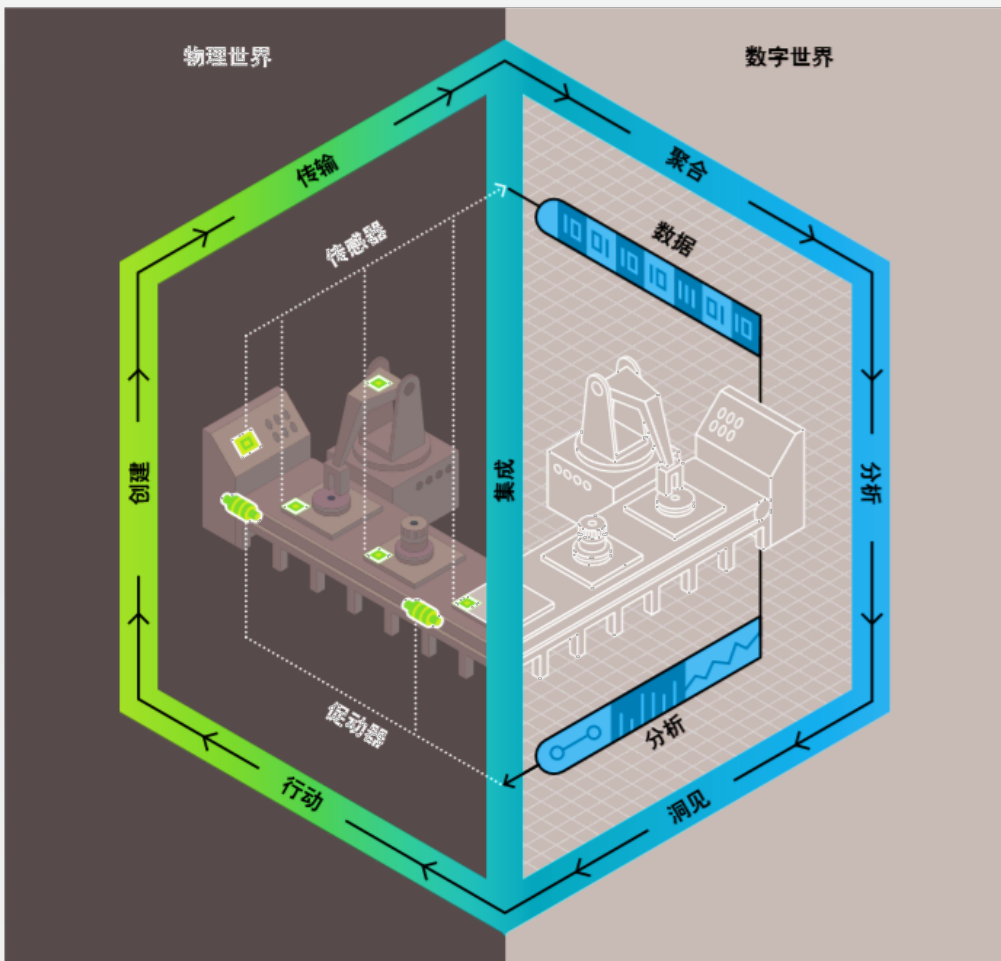
智能制造是数字孪生的主要应用领域；同步建设物理城市与数字城市。





一、从数字孪生到数字孪生城市

数字孪生 (Digital Twin) 是指构建与物理实体完全对应的数字化对象的技术、过程和方法。



数字孪生包括三个必要部分：

- ① 物理实体
- ② 物理实体的虚拟数字模型
- ③ 物理实体和虚拟模型之间的数据和信息交互系统

过去和现有很多建模方法和应用，最缺乏的是第三点，没有虚实之间的数据和信息交互，就无真正的数字孪生。

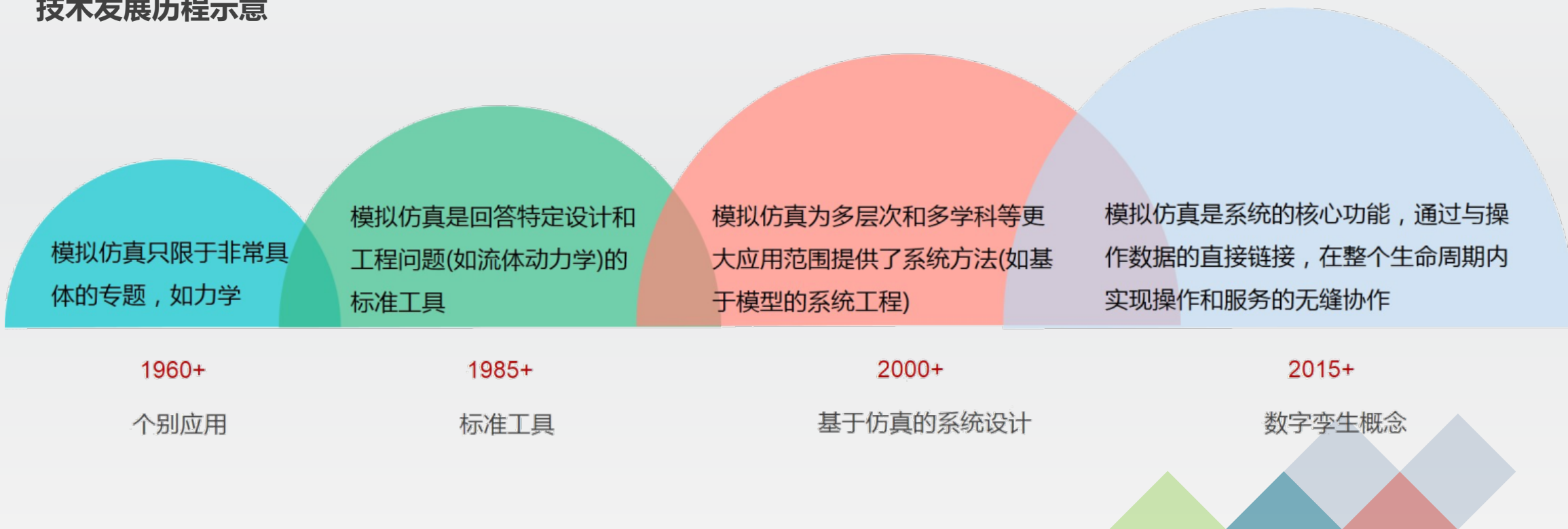


一、从数字孪生到数字孪生城市

数字孪生源于仿真技术，但它不同于“仿真”，更为“写实”。

- 既不是传统的计算机辅助设计（CAD），因为计算机辅助设计完全局限于计算机模拟的环境中；
- 也不是以传感器为基础的物联网解决方案，因为物联网仅可用于位置检测和整个组件的诊断，但无法对整个生命周期过程进行检测。

技术发展历程示意

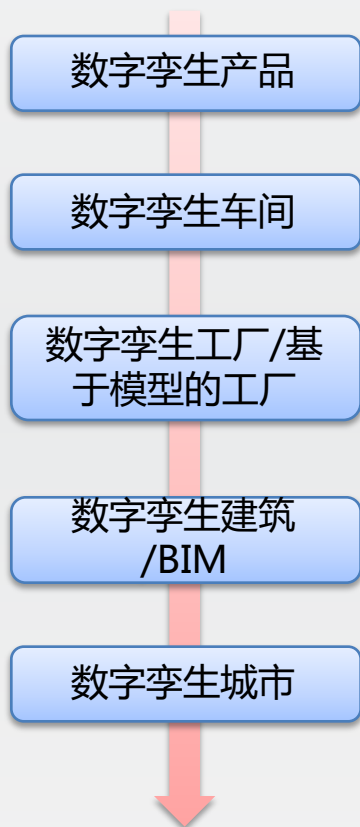




一、从数字孪生到数字孪生城市

数字孪生的应用价值在于实现了现实世界的物理系统与虚拟世界的数字系统之间的**交互**和**反馈**，通过数据收集、挖掘、存储和计算等技术确保在全生命周期内物理系统和数字系统之间的**协同**和**适应**。

数字孪生在智能制造领域的应用为“数字孪生城市”提供了启示和借鉴。



数字孪生城市基于物联网、大数据、人工智能、区块链等技术领域在城市层面的广泛应用，通过物理维度上的实体城市和信息维度上的数字城市同生共长、虚实交融，构建现实城市与数字城市一一对应、相互映射、协同交互的**复杂系统**，实现人工智能与人类智慧的**综合集成**，达到城市问题防患于未然、城市管理协同高效智能、城市发展动力持续强劲、城市安全韧性的理想效果。





一、从数字孪生到数字孪生城市



数字孪生城市的最大创新是全过程“写实”，建立起统一和广泛的数据源。数字孪生城市将人、机、物等各类城市主体，从一开始就接入数字化系统，并能够实时或定期动态更新，代表了完整的城市环境和过程状态。而现有智慧城市方案是在已有城市系统之上的技术补丁，“竖井式”方案在反映城市系统全貌和真实状态上存在先天缺陷。

数字孪生城市与实体城市具有同步的生命周期和建设时序，能够不断更新。数字孪生城市随着城市发展而不断更新，始终与城市建设发展中的问题、需求和任务共同迭代，是一个不断进化的生态系统。而现有智慧城市实践限于城市的某一局部或某一阶段，难以沉淀全生命周期的数据，系统固化封闭。

数字孪生城市是一个可计算的“城市实验室”，可以在与实体系统对应一致的情况下进行预测和验证。一方面，数字孪生城市通过归集的全主体、全要素和全过程数据，运用人工智能等不断进步的新技术识别和提取实体城市系统的特征和规律，将城市“隐秩序”显性化；另一方面，数字孪生城市通过数字城市系统的人工智能，结合实体城市中人的智慧，实现虚实交互，为科学合理的城市决策和管理提供支持。



一、从数字孪生到数字孪生城市

数字孪生城市是不是智慧城市的新说法？

中国已经成为世界上最大的智慧城市实践国。自2012年12月住房城乡建设部发布《关于开展国家智慧城市试点工作的通知》，截至2016年6月，我国95%的副省级城市、76%的地级城市，总计超过500座城市明确提出了构建智慧城市的相关方案。

现有智慧城市实践远未预期的效果，存在四个主要问题：

缺乏统一设计
局限于业务模块

数据来源不一
城市信息碎片化

忽视需求应用
流于形象工程

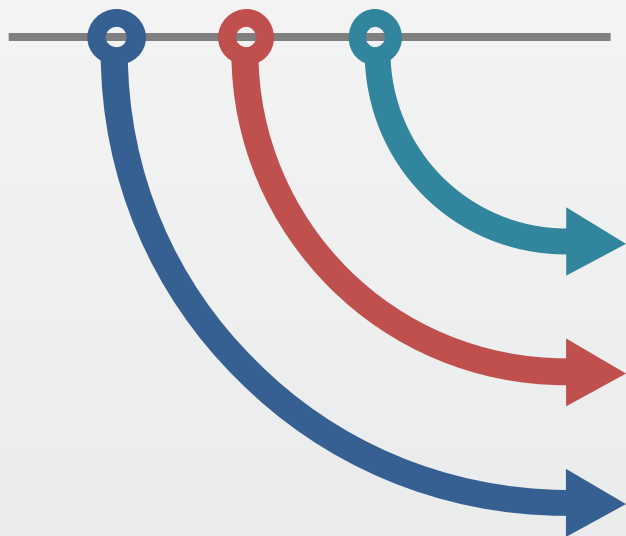
以单向信息为主
智能化程度不高

2016年，中国在“十三五”规划中进一步提出建设新型智慧城市的新要求和目标：**为民服务全程全时，城市治理高效有序，数据开放共融共享，经济发展绿色开源，网络空间安全清朗**。这是对上一阶段智慧城市实践中主要问题的纠偏。



一、从数字孪生到数字孪生城市

智慧城市，还是城市智慧？



智慧城市不是赋予城市智慧，而是发现城市本身的智慧并适应这种智慧，即尊重城市发展规律。

智慧城市建设如果形成新的专业分割和隔离，对城市系统优化将造成更大的伤害，使得系统整合的代价更高。

智慧城市在技术上的难点可以攻破；而对于突破固有观念、眼前利益的障碍却更难。技术创新与组织机制的变革需要携手同行。

你在生活中是否已经感受到智慧城市带来的便利？

NO！我感觉最大的还是花钱的便利！



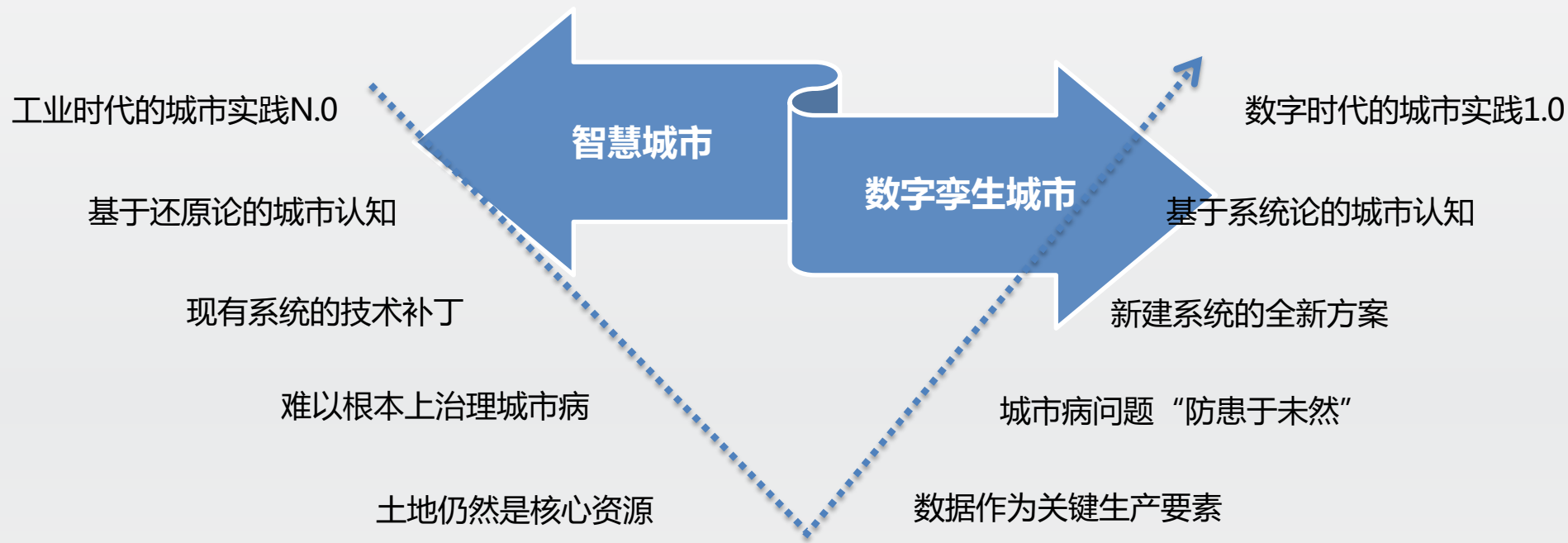
一、从数字孪生到数字孪生城市





一、从数字孪生到数字孪生城市

现有“智慧城市”实践缺乏正确的底层逻辑，因此即使技术不断升级的智慧城市N.0版本也难以消除其与城市的“排异”反应，只能限于阶段性的城市局部优化，无法代表未来城市的发展方向。



不忘初心：让城市生活更美好

上半场



中国城镇化



下半场



目 录

一、从数字孪生到数字孪生城市

二、数字孪生城市的系统认知

三、数字孪生城市的实践突破

二、数字孪生城市的系统认知

谁能先举例出**不是**系统的事情？

系统：

1. 由若干不同**部分**组成

部分可能是物体、生物、人、系统等

2. 部分之间相互**联系和影响**

联系和影响的频次、性质、程度、方向等

3. 具有**整体性功能**

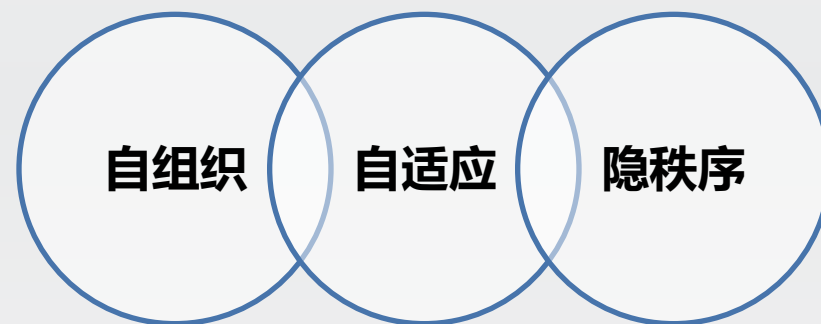
整体不等于部分之和，整体性功能不存在于部分中

4. 系统**嵌套**，系统中有系统

每个系统又是更高层次系统的组成部分，系统之内有子系统



- 机械系统 VS 生态系统 VS 社会系统
- 简单系统 VS 复杂系统





二、数字孪生城市的系统认知

人类社会的发展史，就是一部从低度信息化向高度信息化，从弱连接状态到强连接状态逐步演变的历史过程。

农业社会

- 人与人之间的社会联系基本上地域性的小规模熟人网络，人们彼此之间的交往深受地理阻隔、交通成本限制和主权疆域的禁锢。
- 极其有限的数据和信息，仅掌握在统治者手中。

工业社会

- 社会生活中的每个个体仍然在彼此影响不深的社会情境下进行独立决策，并有充足的时间进行谨慎思考和理性抉择。
- 精英决策层掌握决策数据与信息，但往往只能专注于问题的某一侧面而无法顾及全局，经常出现政府宏观指导与微观社会问题之间相脱节的决策偏差。

信息社会

- 信息的生产与流动不再局限于精英之间，而是每个具备一定信息技术能力的社会个体都可以成为信息的生产者、传播者和消费者。
- 世界正在加速走向一体化、系统联动性和高复杂不确定性。我们既无法仅仅依靠捕捉几个有限变量而进行社会管理和政治决策，也没有充足的时间直面汹涌而来的信息洪流而专注于谨慎思考。

二、数字孪生城市的系统认知

从工业社会到后工业社会（信息时代、数字经济时代、人工智能时代……）



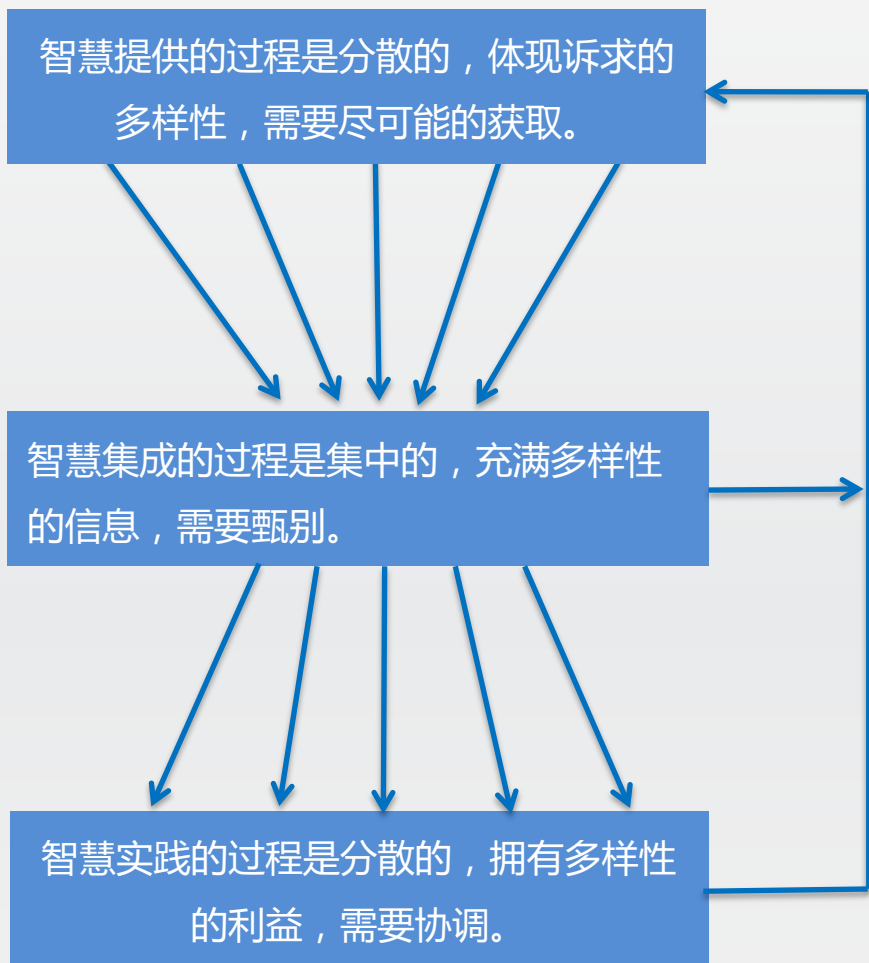
拥有信息的个体的绝对数量和种类明显增加，分工细化使得各类主体之间的互动频次和深度增加。科技越发达，交往越密切，社会的关联度和系统性就越强，复杂性剧增。

深度专业化造就的是掌握局部知识和经验的专家，每个人都变成局部智慧的载体，鲜有智慧之集大成者。

智慧分布于社会的各个角落难以集成又不可忽视，形成共同想象的基础比一张白纸更难，而实践这种共同想象也面临同样的困境。



二、数字孪生城市的系统认知



- 城市整体智慧并不是城市参与者的智慧之和，而是与个体智慧不一样的宏观涌现。
- 外在表现为规划、建设、运营和管理的有效性，内在机制是智慧的提供、集成和实践的动态反馈的过程。
- 城市智慧在自适应过程中不断反馈积累，使城市获得学习能力。





二、数字孪生城市的系统认知

城市复杂性超出了任何一个现有学科专业极限，专业协同和跨界创新成为必需。

规划学看到**空间**

建筑学看到**地标**

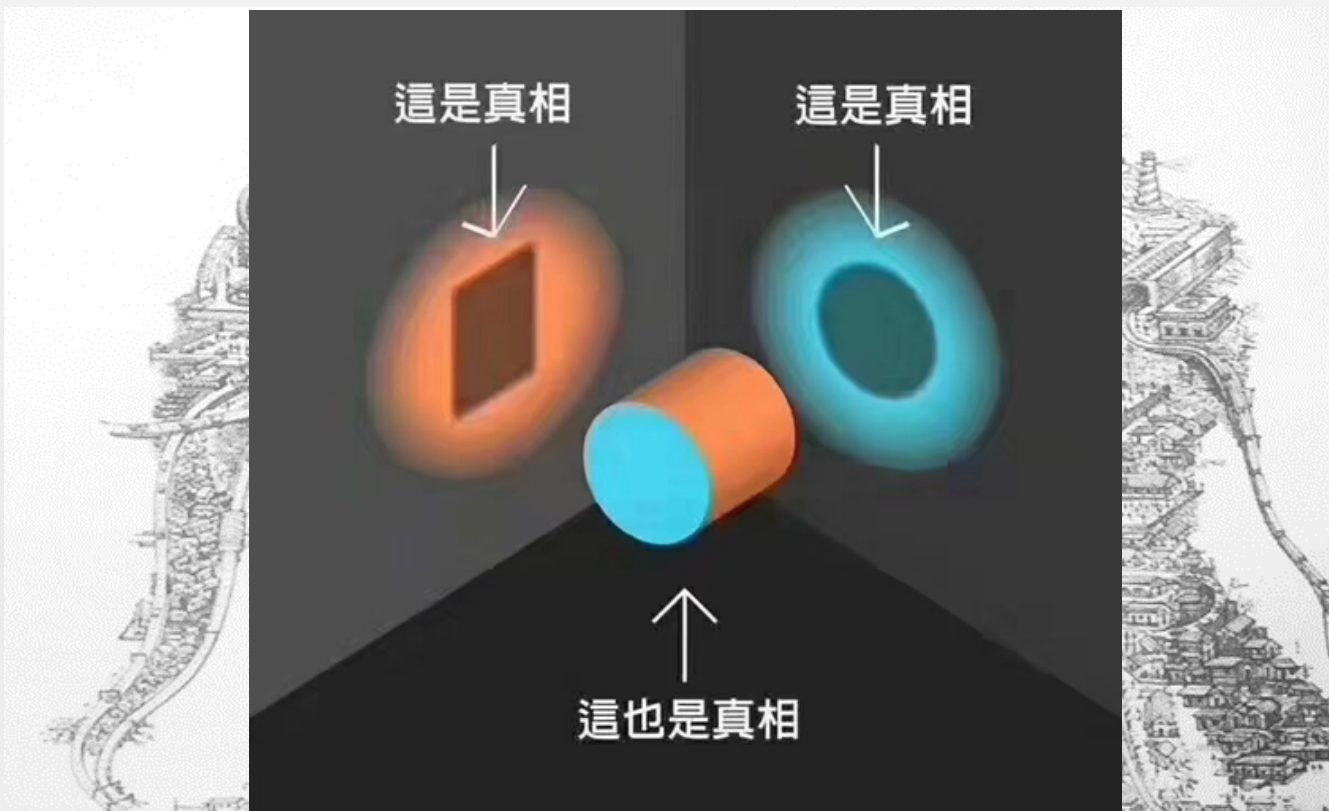
经济学看到**产业**

地理学看到**区域**

社会学看到**人群**

政治学看到**权力**

.....



相互关联性

不可分割性

不可逆性

不完全可预测

单一视角，如同盲人摸象





二、数字孪生城市的系统认知

城市是一个复杂适应系统, 要用系统思维方法

机械还原论：

世界建立在物质性、均衡性、稳定性、决定性的动力基础上，由各种结构和系统相加构成，可以拆分和还原，是一个极具确定性的事物。

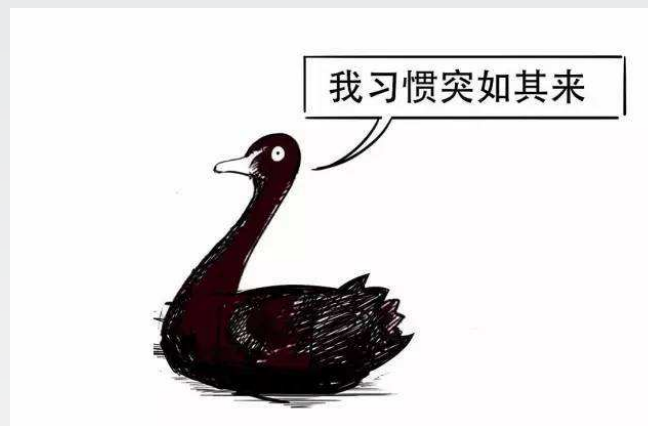
$$1+1=2$$



复杂系统论：

构成整体的各个部分以不同的方式相互作用，聚合之后的整体呈现出各个部分所不具有的功能和特征，具有显著的非线性特征。

$$1+1>2$$



二、数字孪生城市的系统认知

系统论超越了还原论，而强调复杂性的复杂适应系统理论又超越了以往的系统论

第一代系统理论：系统论、控制论、信息论的诞生

第二代系统理论：耗散结构论、协同论、超循环论的诞生

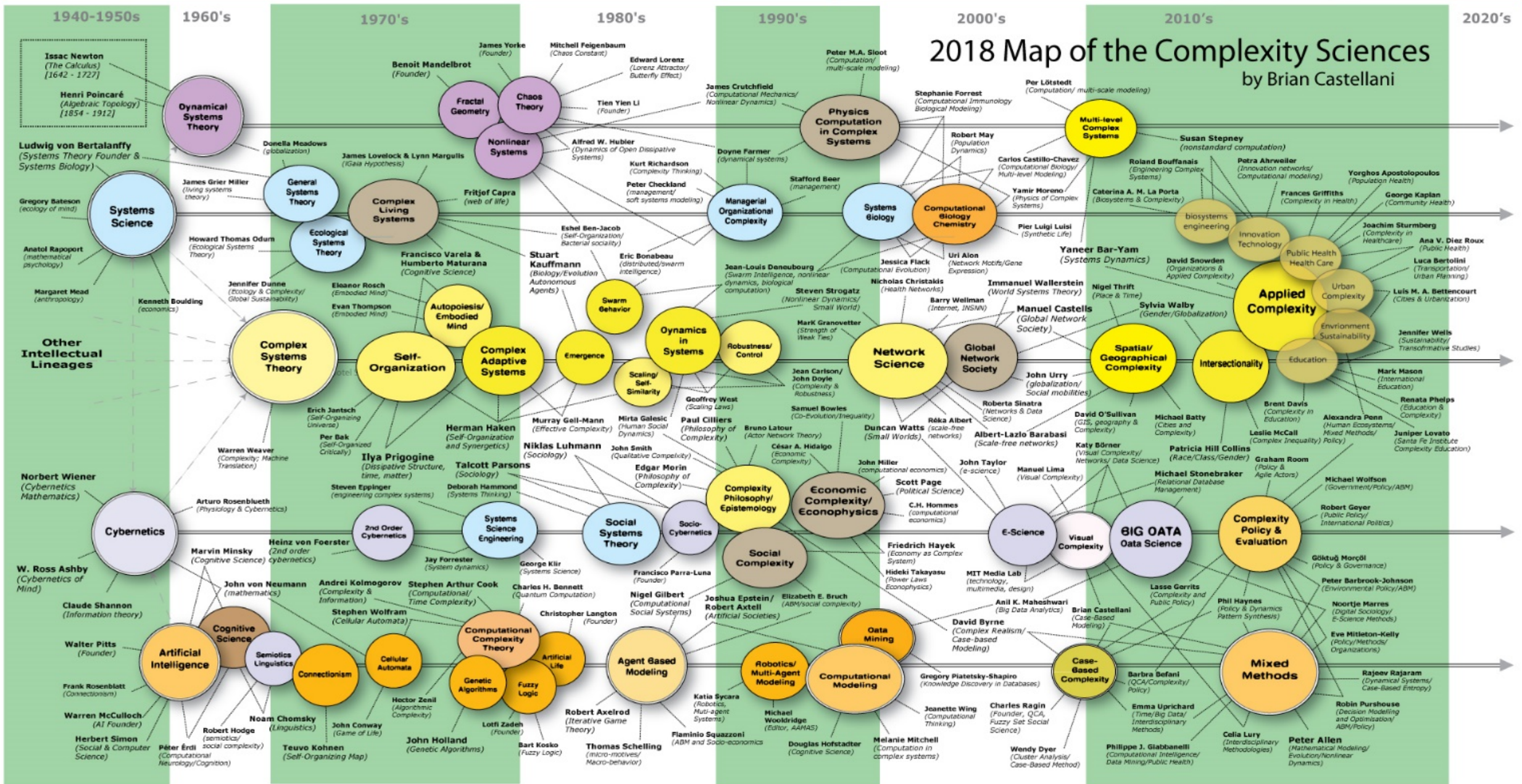
第三代系统理论：系统动力学与复杂适应系统理论

圣菲学派继承了贝塔朗菲的一般系统论，围绕“涌现”来建立关于复杂性系统的理论和模型。约翰·霍兰提出的复杂适应系统（Complex Adaptive System, CAS）理论，创造了“**适应性主体（adaptive agent）**”的概念，认为复杂适应系统的组成元素本身就有的有智能的，而不是机器元件，适应性主体能够聚集成更大的适应性主体，层层涌现，最终形成复杂适应系统。



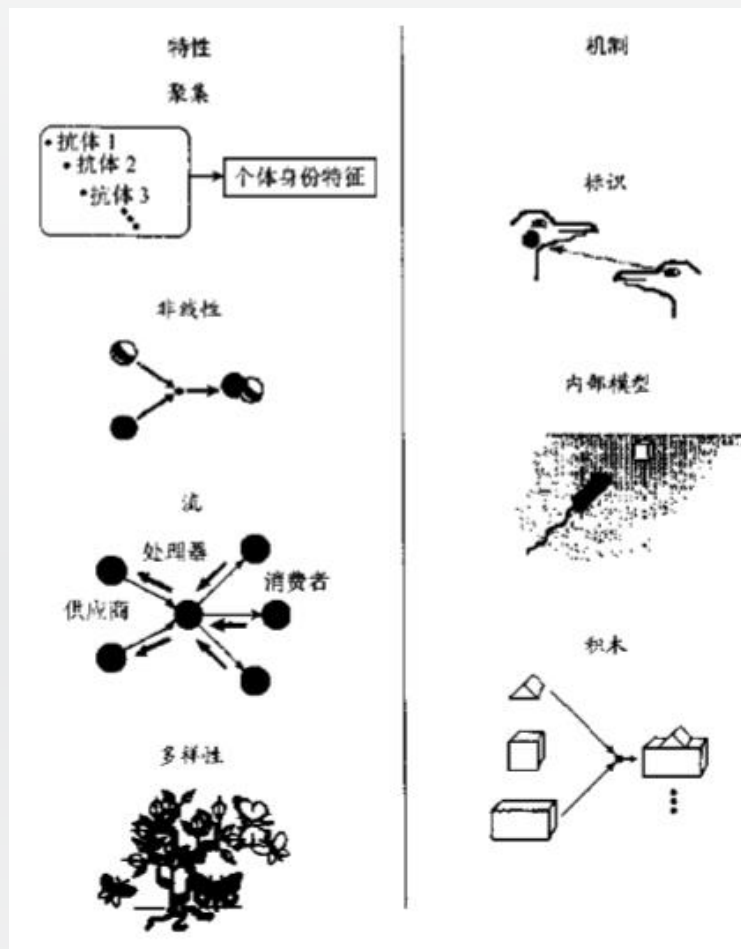
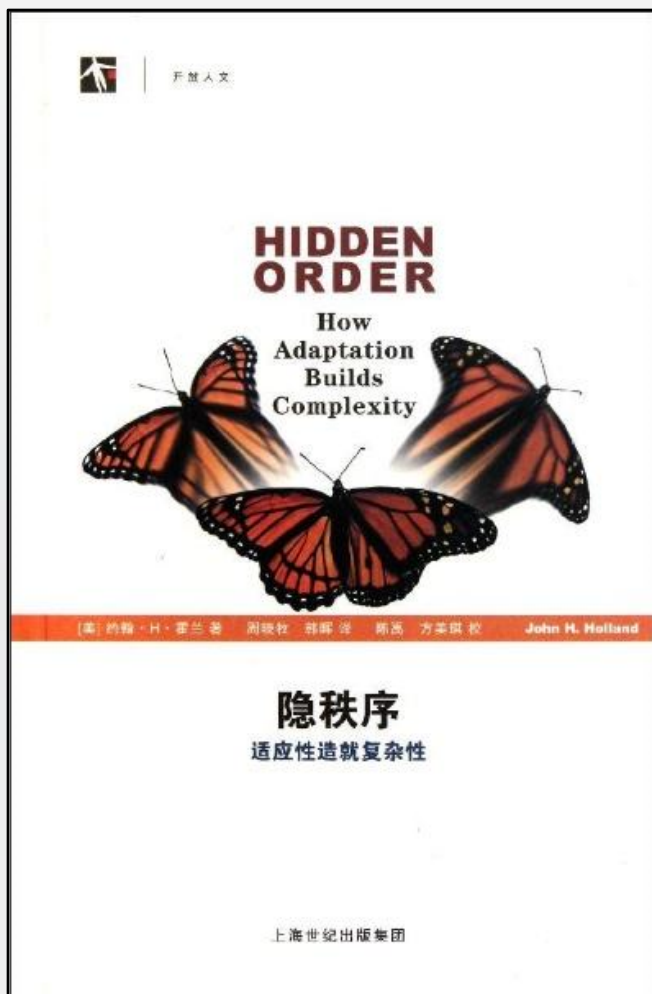
二、数字孪生城市的系统认知

<https://www.art-sciencefactory.com/complexity-map.html>



二、数字孪生城市的系统认知

复杂适应系统：适应性造就复杂性



复杂系统的一般认知框架：

- 以适应性主体为起点
- 四个特性（聚集、非线性、流、多样性）
- 三种机制（标识、内部模型、积木块）





二、数字孪生城市的系统认知

1. 以城市主体为认知起点

系统元素具有主动适应性（Adaptive），体现在其能够感知外界信息刺激，通过学习来调整自己的行为，被称为主体。主体间，主体与环境的相互影响和相互作用是系统演变和进化的主要动力。在城市语境中，系统主体是城市中的人，同时也包括城市中与人的活动紧密相关的城市部件。

物质载体+人的活动



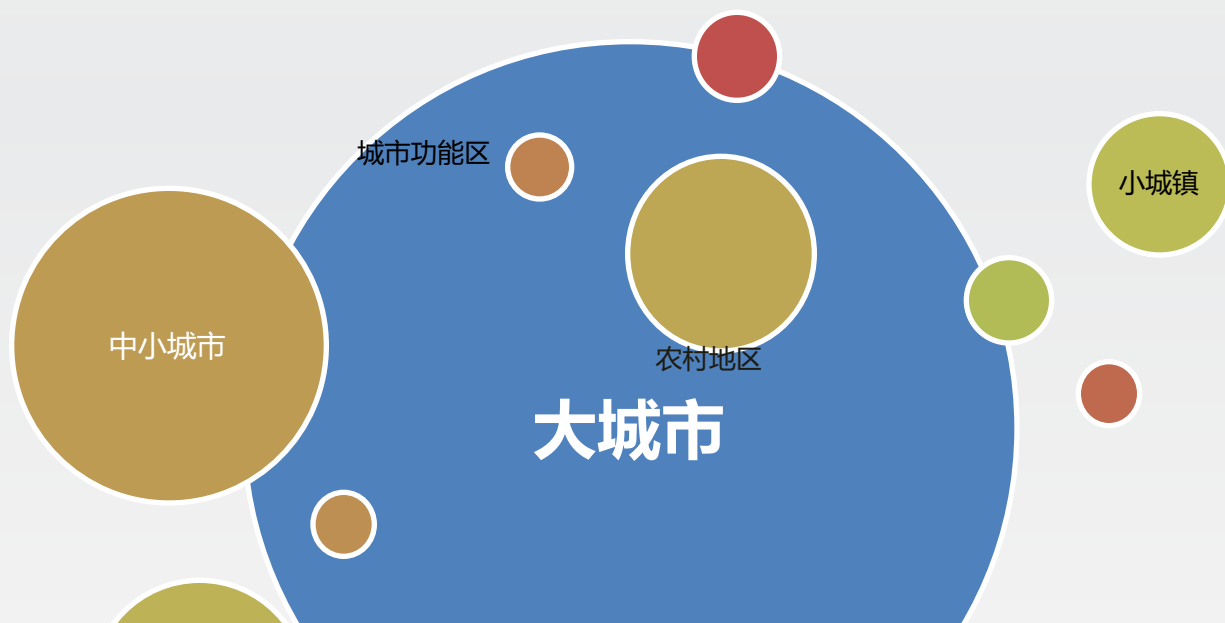
物联网+互联网

习近平总书记在全国城市工作会议上提出了以人民为中心的城市治理观：即“做好城市工作，要顺应城市工作新形势、改革发展新要求、人民群众新期待，坚持以人民为中心的发展思想，坚持人民城市为人民”。**以人民为中心的城市治理，确立了城市发展的核心价值，即以人为本。**

二、数字孪生城市的系统认知

2. 主体聚集产生新的系统

系统具有聚集特征，聚集不是简单的合并，也不是原有主体的消失，而是新的、更高层次主体的出现，产生出原来主体无法具备的特性，称为“涌现”。社区、街道、城市功能区、城市、城市群依次由下一层次主体构成，但具有与构成主体不同的系统能力。



两种不同城市空间形态：西班牙与特克斯



二、数字孪生城市的系统认知

3. 要素流是主体互动的载体

主体间互动是通过“流”来实现的。“流”的顺畅能促进主体的互动，反之则割断主体间的联系。“流”在主体间的传递渠道和传递速度决定了互动效果，进而决定系统的进化水平。在城市系统中，城市主体之间通过物质流、信息流和资金流等产生联系，城市发展的活力与这些“要素流”的强弱和质量直接相关。



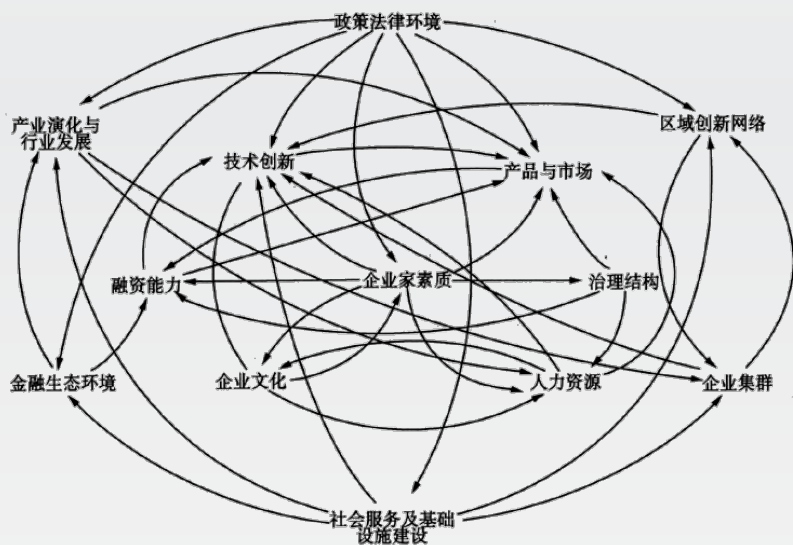


二、数字孪生城市的系统认知

4. 标识引导主体有选择的互动

标识是主体在环境中搜索和接收信息的具体实现方法。主体通过标识在系统中选择互动的对象，实现有选择的互动。不同的城市为了竞争产业资源，提出各种产业定位、人才政策、优惠待遇、城市形象宣传等，都是标识机制的体现。

资源具有靶向性，如果能很好的识别各个主体的特点，便可以有效的促进相互选择，引导城市中主体互动朝着设想的方向优化发展。



毕业后，你们选择去哪个城市？





二、数字孪生城市的系统认知

5. 呈现非线性发展特征

非线性意味着整体不等于部分之和。在城市系统中，影响因素千千万万，这些因素之间并非完全独立，而是相互交错，无法用切分和加总的方法来分析。

圣塔菲研究所有研究表明，不同城市规模倍增会带来社会经济学变量1.15倍的指数增长。城市的负面产物如犯罪、流感爆发等等，也是超线性增长，但所需的基础设施和资源量只需增加约0.85倍。

非线性效应：成本投入 $1+1 < 2$ ，产出效益 $1+1 > 2$ 。

每个城市都有自己的增长指数，数字经济的增长指数更高。





二、数字孪生城市的系统认知

7. 互动规则形成内部模型

内部模型是主体间具有的互动规则。由于内部模型的存在，主体可以对事物进行前瞻性的判断，并根据预判对互动行为做出适应性变化。

内部模型有隐性与显性之分。隐式内部模型的作用要靠显式内部模型来保障，而显式内部模型的作用要通过隐式模型来实现。

法律 VS 道德

规范 VS 习俗

政策 VS 民意

“被设计或规划出来的社会秩序一定是简单的图解，他们经常会忽略真实的和活生生的社会秩序的基本特征。严格服从规则工作（work-to-rule）的失败表明，任何生产过程都依赖于许多非正式的和随机的活动，而这些活动没有被正式设计在规划中……往往不承认，甚至压抑非正式过程，这不仅损坏了目标人群的利益，也最终导致设计者的失败”。

——《国家的视角——那些试图改善人类状况的项目是如何失败的》



二、数字孪生城市的系统认知

8. 系统可拆封为“积木块”

主体是不可拆分的基本元素，而积木块是可拆封的子系统。积木块的概念为分析复杂系统不同层次的问题提供了方法，它把下一层次的内容和规律即内部模型“封装”起来，暂时忽略或搁置其内部细节，作为一个整体参与较高层次系统的相互作用。

四大基本子系统不是城市的一个个侧面，也不是被割裂开的局部，而是一个个可以继续拆分的复杂适应系统，使得各子系统既能保持相对独立，又可以提炼出子系统的特性标识，还能分析子系统之间的联动关系，找到聚合原则。

- 系统之外有大系统
- 系统向内有子系统
- 平级系统之间有协同

四大基本城市子系统

规划系统

- 城市的智慧系统

产业系统

- 城市的动力系统

基本公共服务系统

- 城市的平衡系统

基础设施系统

- 城市的物理支撑系统



二、数字孪生城市的系统认知

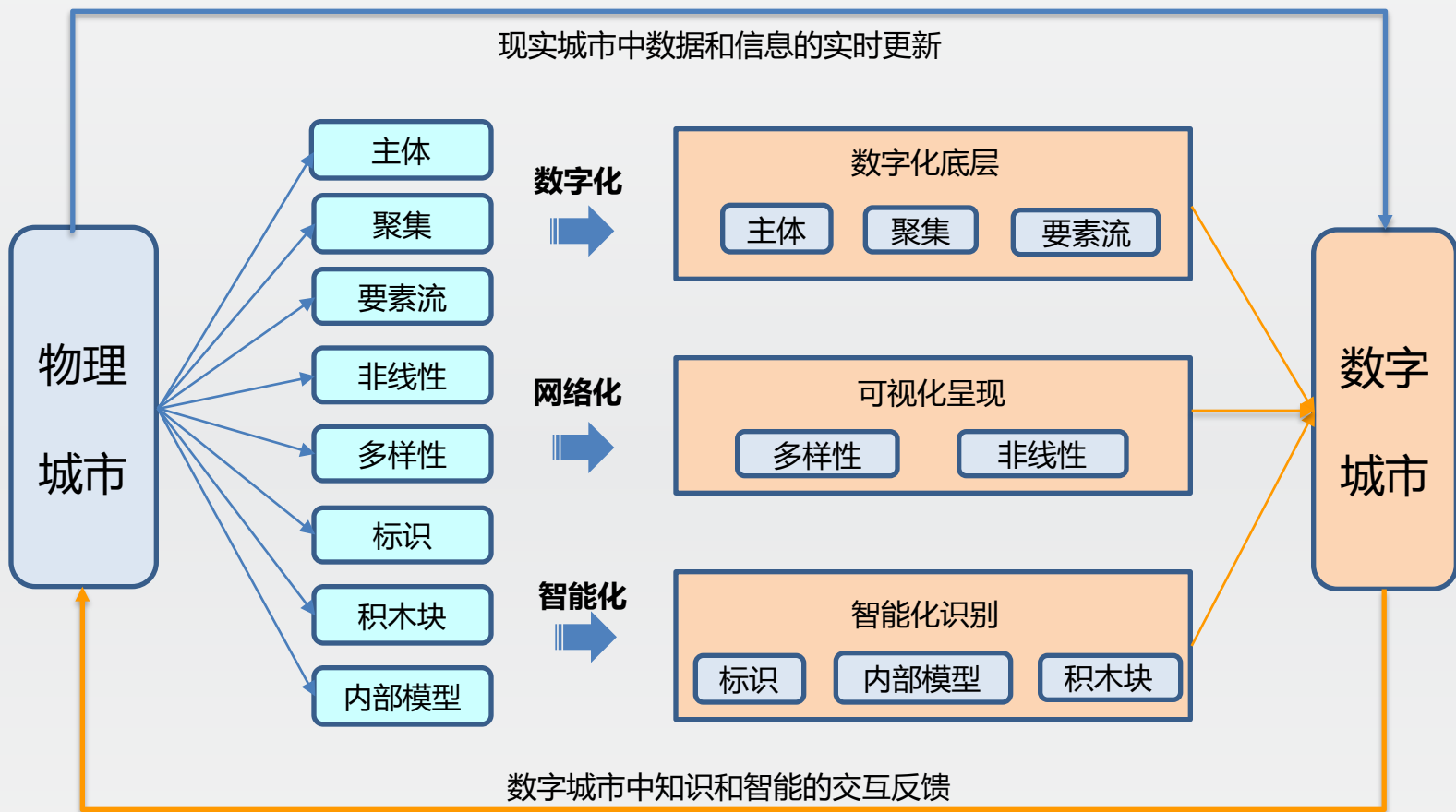
八个基本概念 贯穿一体 不可偏废

以“适应性主体”为起点的这八个基本概念之间有着严谨的逻辑关系，贯穿一体，因此只挑选其中某些概念而抛开其他，无法正确的认识系统，做系统分析时必须完整呈现上述基本概念。

- 主体是系统研究的**出发点**；
- **涌现**由“主体聚集”而形成；
- 主体间相互作用的**载体**是“要素流”；
- “特点标识”是互动**选择**机制，决定了要素流的方向和活跃度；
- 系统通过主体聚集和要素流持续的共同作用逐步达成“**多样性**”；
- 不论是主体聚集的过程、要素流的运动过程，还是系统朝着目标多样性的运动过程都普遍存在着“**非线性**发展”；
- 将同一层级的不同**子系统**分别加以封装，就构成了系统的“积木块”；
- “内部模型”是主体或子系统间的**互动规则**。

二、数字孪生城市的系统认知

数字孪生城市概念框架建设在城市系统认知的基础之上，是一个具有包容性的跨学科范式，有利于城市多学科领域的专业融合，并实现技术应用方案与城市系统特性的高度匹配，达到城市发展管理的“知行合一”。



基于城市系统认知的数字孪生城市概念框架



二、数字孪生城市的系统认知

1. 以主体、聚集和要素流的全面数字化为起点

数字孪生城市是以数据为核心驱动，可以凭借统一的数据底层，实现城市政务数据资源和社会数据资源的融合、共享，形成人类生产、生活和生态数据的有机统一，构建人、机、物三元融合的数字化城市镜像。

全面数字化是数字孪生城市的基底。只有通过全方位、全流程和全系统的数据归集，城市的物化表现和人类智慧才能够更好的结合，这不仅仅是对局部了解的深化和细化，更重要的是提升了获得系统全面信息的能力，让更多的城市主体参与到城市管理中来。

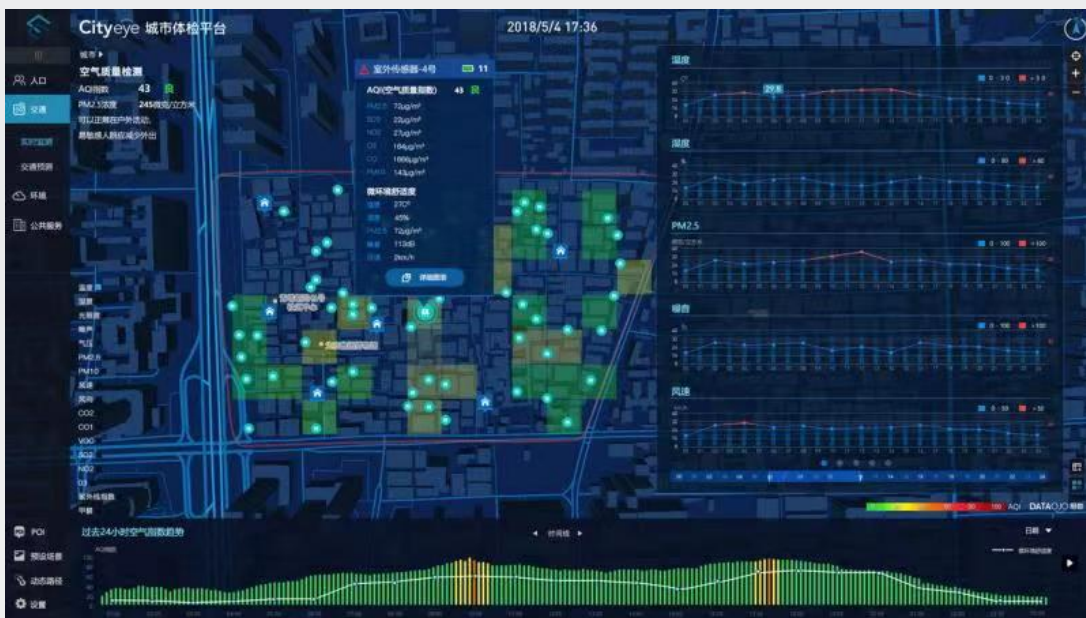




二、数字孪生城市的系统认知

2. 可视化呈现城市非线性和多样性的真实状态

数字孪生城市不执着于一因一果的单向关系，将通过不同来源的数据汇集和交融为跟踪和监测城市的非线性发展，如实记录城市动态反馈过程，尽可能预见到政策干预对各个子系统的影响，包括可能出现的各种规避行为、时间延迟和信息损失等问题，充分顺应系统的自组织和自适应能力，适时地进行改变、纠正或扩大，把“学习”功能融入城市管理过程之中，最终达到增加城市系统整体福利的理想效果。



相数科技发布的可视化界面



二、数字孪生城市的系统认知

3. 动态识别城市主体的互动标识和内部模型

与传统的政府发号施令，以“他组织”和整齐划一”为主的模式相比，数字孪生城市以发现和尊重城市隐性规则为前提，对城市发展进行适度干预，避免人为的对城市系统造成不必要、不恰当的剧烈扰动。城市治理将从避免传统城市管理中的一元化、一刀切问题，转向多元化、差异化、个体化、体验化的转变。“整齐划一”不是精细化，尊重多样性需求才是真正的精细化。

随着公众数字素养的提高，数字孪生城市能够更好的尊重公众的参与感，加强个人自律，创造“他律”与“自律”相结合的社会环境，促进政府监管和公众自律的良性互动。

全面透彻的感知能力

广泛即时的互联能力

智能融合的决策能力

开放参与的创新能力



改变单向化思维——面向主体，理解诉求

扭转碎片化局面——立足系统，梳理要素

建立协同型组织——整合利益、激活主体

形成适应性机制——动态反馈，纠错学习

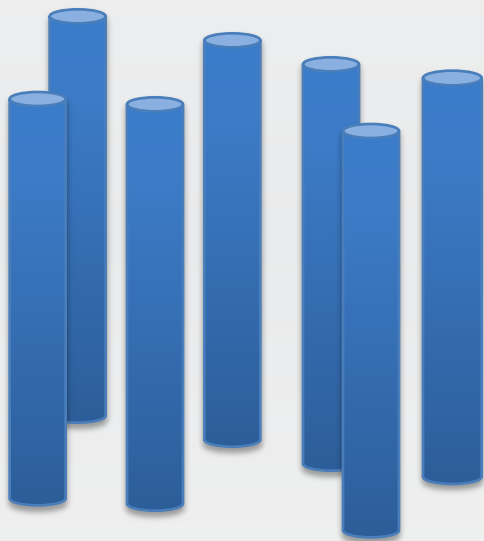




二、数字孪生城市的系统认知

4. 城市系统“积木块”的灵活解构和智能耦合

数字孪生城市以城市作为整体对象，并不是建立一个单一城市整体模型，而是拥有一个模型集，模型之间具有耦合关系，其价值就在于通过对“块数据”的挖掘、分析、灵活组合，使不同来源的数据在城市系统内的汇集交融产生新的涌现，实现对城市事物规律的精准定位，甚至能够发现以往未能发现的新规律，为改善和优化城市系统提供有效的指引。



相互独立的竖井式



灵活耦合的矩阵式



目 录

- 一、从数字孪生到数字孪生城市
- 二、数字孪生城市的系统认知
- 三、数字孪生城市的实践突破

三、数字孪生城市的实践突破

社会决定论 VS 技术决定论



社会决定论

技术和技术变迁是社会构成或者建构的产物，而非为某种自我发展的路径决定。



技术决定论

人类生存方式是一个具有内部结构的大系统，这个系统由居于结构底层的技术系统、居于结构中层的社会系统和居于结构上层的观念系统这三个亚系统构成，其中技术系统是基本的和首要的。

论文《人工智能与现代生产率的悖论》结论启示：

如果旧经济中的固有的商业模式和组织形态等不适应新技术的发展，当期的生产率不会提高，反而会下降，出现生产率悖论；而当新技术作为一种通用性技术已经发展完备，经济中的组织等也与新技术实现了有效的重组，此时一系列互补式创新便会涌现，生产率便会加快发展，技术的红利将会充分显示出来。

技术的可能性、存在的问题和经济需求之间相互反应，并衍生出相应的社会安排，而这些又会创造更多的可能性、问题、反应和下一步的安排。

——布莱恩·阿瑟《技术的本质》

三、数字孪生城市的实践突破

以大数据资产管理体系统为纽带的共建共享

主要是智慧管理、智慧产业和智慧民生构成的智慧应用层，促进实现“功能提

智慧管理：电子政务、平安城市、智慧城管、应急指挥、环境监控、智慧交通

大数据产业生态地图

融合应用

电信大数据 思特奇 SI-TECH, DCITS, 天源迪科, HUAWEI, AsiaInfo	营销大数据 Nascent, 融云, Tencent, SINOBASE, 易数科技, MobData	健康医疗大数据 Neusoft东软, INSIGHT, xcellent, DFCC, DHC	交通出行大数据 TECH VALLEY, 滴滴出行, UNIV, 千方科技	政府大数据 软通智慧, SI-TECH, 大有软件, 365, dksou.com, 智慧星光, 明朝万达, Percent, WISERV, 中奥科技, 广联科技, 博思软件, KFS, 天源迪科, TEAMAX, awasuma, Sefonsof, TALU 大旗	教育大数据 SunNet 三盟科技, 华通
空间地理大数据 易科远见, 广联科技, NEULUN, TEAMAX, GeoHey, 极海	金融大数据 用友, goo, Wiseweb, 网智天元	旅游大数据 软通智慧, 航旅纵横, 智慧旅游, ZCKX	农业大数据 DCITS, 神州信息, 博通科技, 博通科技	文创大数据 Wiseweb, 网智天元, 华奥星空, Jetsen	工业大数据 K2DATA, 慧眼数据, MeritData, 全球友通, BigData, 电科华云

数据服务

大数据培训服务 轩宇信息技术有限公司, 红普软通, OSBD, 中关硅谷大数群	数据采集和预处理服务 Lenovo, 五维动力, 思特奇, CC台, 博通科技, TEAMAX, 海致, dksou.com	数据安全服务 明源软件, EVERSEC, HQ, 安数网	数据可视化服务 HWSeeker, datablu, 海致, DATAHUNTER, 华福软件, 博通科技	数据分析服务 ultrapower, 慧眼数据, MeritData, Wiseweb, Boneye, K2DATA, Percent	数据流通服务 上海数据交易中心, 电科华云, DFCC, 中电信
---	--	---	---	--	--

基础支撑

大数据网络和计算等系统资源管理 C-SERVER, 电科华云, 七牛云, Microsoft	大数据平台解决方案 软通智慧, 润乾, 融云, Percent, WISERV, PRIMET, 普元, 德信精英, K2DATA, dksou.com, TRS, ULTRAPOWER, Neusoft东软	大数据相关硬件(服务器、芯片等) inspur 浪潮, FUSION, 曙光, 华福软件, TALU 大旗, DFCC, HUAWEI	智能终端(包括传感器) alibua, Sayinfo, HIKVISION	大数据存储管理 NEULUN 东网科技, UARGTO, 博通科技, GBASE, 人大金仓, ZETTAKIT, 偶数, uushu, DATA, Knowin
--	--	---	--	---

能在通过物联网技术实现对城市范围内基础设施等的检测和控制。手机、PC、摄像头、呼叫中心、Wi-Fi、Internet、RFID、传感器、非标准终端

规划
投资
建设
管理
运营



二、数字孪生城市的系统认知

“系统集成+数据智能”是数字孪生城市的DNA双螺旋结构

数字时代，数字化的知识和信息成为关键生产要素。数字孪生城市建设覆盖从城市规划、设计、建设、运维的全生命周期，能够形成最完整的城市数字应用场景，成为数字经济和人工智能的创新试验场，推动城市治理模式创新，真正满足人们对美好生活的需求。

物理城市

加强城市“规划-设计-建设-管理-运营”全生命周期的系统集成，探索构建适应于数字时代的部门协作、组织方式和业务流程。

数字城市

沉淀从城市规划、设计、建设、运维全生命周期的数据资产，通过智能应用以更低成本、更高效率、更好质量开展城市服务。

系统集成

数据智能

“系统集成”为“数字智能”提供了实现前提

“数据智能”使“系统集成”发挥出无限效应





二、数字孪生城市的系统认知

国家领导人多次谈到系统性

- 我国改革已经进入攻坚期和深水区，进一步深化改革，必须**更加注重改革的系统性、整体性、协同性**，统筹推进重点领域和关键环节改革。——2012年12月，广东考察时讲话。
- **全面深化改革是一项复杂的系统工程**，需要加强顶层设计和整体谋划，加强各项改革关联性、系统性、可行性研究。——2013年9月党外人士座谈会讲话
- **统筹规划、建设、管理三大环节，提高城市工作的系统性**。城市工作要树立系统思维，从构成城市诸多要素、结构、功能等方面入手，对事关城市发展的重大问题进行深入研究和周密部署，系统推进各方面工作。——2015年，中央城市工作会议要求。
- **改革越深入，越要注意协同**，既抓改革方案协同，也抓改革落实协同，更抓改革效果协同，促进各项改革举措在政策取向上相互配合、在实施过程中相互促进、在改革成效上相得益彰，朝着全面深化改革总目标聚焦发力。——2017年6月，在中央全面深化改革领导小组第三十六次会议上讲话。
- 前期重点是夯基垒台、立柱架梁，中期重点在全面推进、积厚成势，现在要把着力点放到**加强系统集成、协同高效**上来。——2019年中央深改委第十次会议上讲话。

三、数字孪生城市的实践突破

政府主导？企业主导？还是.....



中华人民共和国工业和信息化部

Ministry of Industry and Information Technology of People's Republic of China



中华人民共和国国家发展和改革委员会

National Development and Reform Commission



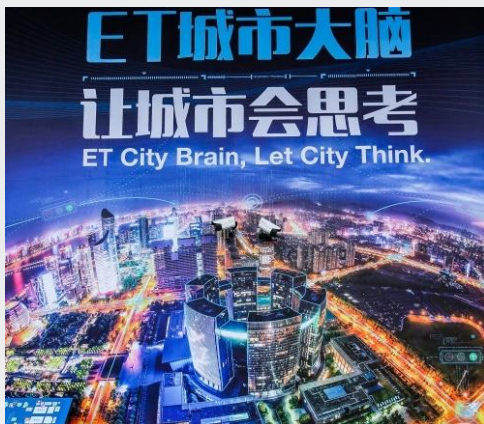
中共中央网络安全和信息化委员会办公室

Office of the Central Cyberspace Affairs Commission



国家信息中心

国家电子政务外网管理中心



阿里城市大脑



华为城市神经系统



京东城市操作系统



三、数字孪生城市的实践突破

以电子政务实践问题为例

创新流于表面形式， 缺乏深层次职能转变

- 政府管理模式仍然是工业时代盛行的——自上而下的科层制，以分工为主的功能分立——天然与数字技术带来的扁平化、网络化、去中心化、协同化等管理模式有着根本差异。根深蒂固的组织形式和制度安排使其变得更加复杂，并且使其更能抵制深层次变革。

创新过程比较封闭， 缺乏开放式主体互动

- 创新实践主要封闭在政府内和政府间，以公民为中心的创新经验十分稀缺。政府，企业、社会组织 and 公民的仍然以单向沟通为主，缺乏多元主体间的活跃互动，导致创新局限在行政审批和社会管控等较窄的服务范畴。

创新成效边际递减， 缺乏多维度发展目标

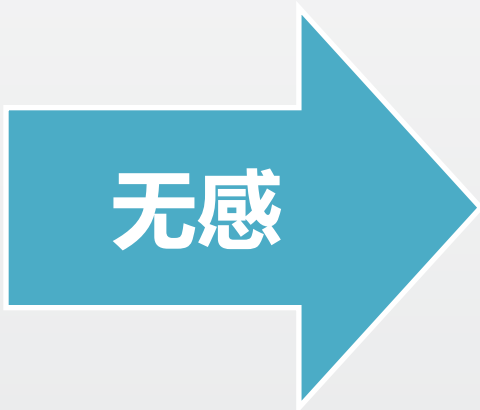
- 以时间为单位的效率目标摆在了首位，从“一网通办”、“最多跑一次”到“秒批”、“毫秒批”，创新成效似乎边际递减，走入了另一个极端。以人为本构建“设备适应人”的服务场景才是保证创新成效边际递增的关键所在。

身体已经迈进数字时代，头脑还停留在上个时代！



三、数字孪生城市的实践突破

“美好生活需要”究竟需要什么？



无感

去掉不必要的摩擦、阻力、障碍
弱化时间地点的限制
无缝协作，减少沟通成本

机制、标准、规则



有感

参与感、体验感、获得感
精准化、个性化、定制化

以数字技术来增权赋能





三、数字孪生城市的实践突破

数字孪生城市可能使城市公共管理服务成为重要的数字经济业态

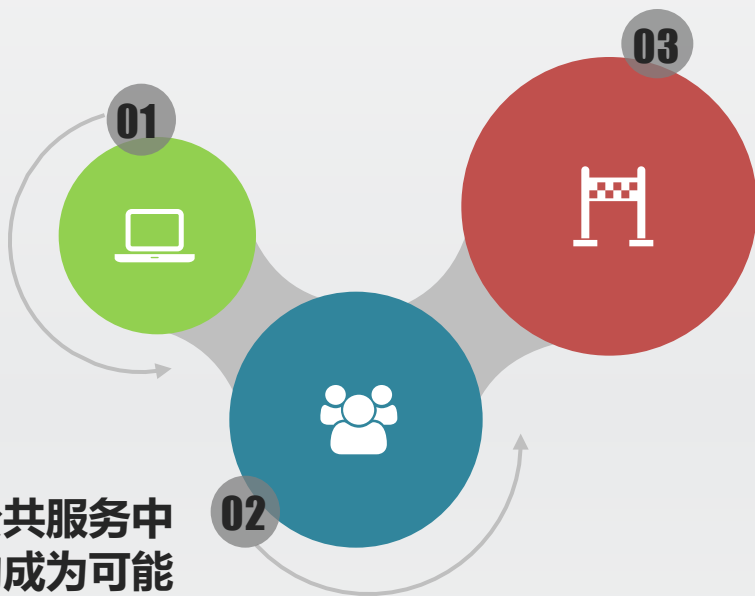
数字技术因其高度联通的技术特点，有助于实现城市用户在不同公共服务生产者之间的自由选择，形成一个公共服务的自由市场。未来，更多的公共服务将跨越公共和私人之间的边界来提供，成为数字经济的重要组成部分。

数字化减少公共服务中的信息不对称问题

公共服务领域借助数字技术能够较为准确的掌握用户信息，将“不确定的多数”变为“确定的用户”。

网络化使公共服务中的集体行动成为可能

网络互动呈现社群化特征，创造出易于沟通的社会环境，使现实生活中涉及人数众多的集体行动在线上呈现出熟人社会的特点。



智能化降低公共服务供需匹配的交易成本

智能化的价值就在于使现实中的资源配置最大限度的接近信息对称、交易成本为零的状态，极大的降低公共服务成本，使有限的预算能够提供更广泛、更充足的公共服务。





三、数字孪生城市的实践突破

未来城市公共服务提供将从“服务传递”向“价值共创”转变

在数字化、网络化和智能化的进程中，公共服务应该被理解为一个动态过程，公共价值是由提供者和公众共同创建的，数字技术赋能公民深度参与公共服务决策，所有公民都能够成为共同生产者，而不仅仅是用户。

相对于由政府主导的传统公共服务模式，数字时代的公共服务将更偏重于网络社会的双向沟通和多元互动，促进公众需求的表达和汇聚，及时快速捕捉和整合需求信息，并通过数字技术“增权赋能”，使市场化企业、社会组织和公民个体等深度参与公共服务决策、提供、评价和生产过程中。

推动公共服务提供的普适性和情境化并举是数字时代公共服务创新的目标。未来，增强公共服务的情境意识和情境智能，将是数字技术重塑公共服务的关键创新，从而实现即时性的供给时效、可扩展的服务内容、互动性的协同方式、共享性的目标导向。



平台能够通过横向(多个主体之间)和纵向(服务环节之间)相结合，搭建政府、企业、社会组织、公民之间的交互与信任网络，将政府和整个社会存在的资产、资源和能力组织到公共服务平台上，并通过平台治理机制来协调集体行动和追求公共价值。

未来政府的角色将越来越多地从直接提供公共服务转向提供数据，助力市场和社会力量进行公共服务创新。通过以公民为中心的大数据发掘公共服务的不同需求，更准确地预测公众行为和意见，使公共部门能够深入研究当前的问题，建立多元化的公共服务供给体系，为公民提供积极、精确和个性化的公共服务。

三、数字孪生城市的实践突破

数字孪生城市带来治理变革：数据驱动的整体性治理、弹性治理和适应性治理

基于统一数据信息的整体性治理

传统城市管理方式具有信息碎片化、应用条块化、服务割裂化等问题。

未来的城市管理要以满足公民需求为导向，以信息技术为手段，以协调和整合为主线，实现治理层级、功能和公私部门的整合及碎片化的责任机制和信息系统的整合，为公众提供无缝隙、整合化服务。

尊重城市自组织规律的弹性治理

与传统以“他组织”和整齐划一”为主的模式相比，弹性治理的要义是使得城市管理尊重自生自发的“自组织”。

弹性治理有望实现从一元化、标准化、一刀切和结构化向多元化、差异化、个体化、体验化转变，由被动回应转向主动适应，达成治理的精准、精细和精致目标。

应对不确定性问题的适应性治理

不确定性是城市的常态。适应性治理支持在环境变化中“学习”和“适应”。

城市治理举措不仅要包括反馈回路，也要包括一种对其中的各种反馈回路进行调整的机制，适时地进行改变、纠正或扩大，把“学习”功能融入治理过程之中。



“我们往往高估未来两年的变化，而低估未来十年的变化”。

“预测未来最好的方式，就是亲手去创造未来”。

THANK YOU 谢谢！