

智慧城市的下一站

空间驱动智慧场景从规模推广到认知能力升级



序言 |

Gerald Wang

Director of IDC Asia
Pacific Government
Insights & IDC
Health Insights

在新冠疫情的影响下，城市随时面临着社会经济的扰动，政府和社区在应对危机局势和恢复平稳态势方面发挥着重要作用，与此同时，消费者和员工对数字技术的需求和期望发生了巨大变化。过去两年，我们见证了居民对新数字技术的迅速接纳、企业对在家办公看法的彻底转变、政府机构对可持续发展的重新重视，以及社区对更具包容性和便利性的数字服务的普及与探索。所有这些都塑造城市形成“数字优先”的发展姿态，并更新相应的城市发展政策与方法。如今，政府不断提升其数字服务能力，从采购独立的智能城市场景解决方案过渡到修炼自我学习、自我修复的认知城市闭环能力，这段旅程不仅是在技术孤岛上的前行，城市还需要制定协同、务实和清晰的路线图，以应对系统性的数字生态挑战。本篇报告通过研究城市多空间动态的可持续发展成果，提出城市认知化能力框架和五阶段发展路线图，指导未来几年全球城市对数字技术的投资和使用。

李腾

特斯联科技集团
高级副总裁

随着人类社会的进步，城市涌现出了诸多问题，物联网、人工智能、大数据和5G等新兴数字技术的发展所驱动的智慧城市，为人们解决城市问题、推动城市可持续发展提供了可行的路径。

特斯联此次和IDC一起探索了智慧城市认知能力升级的应有之义、必经之路、必行之举，为智慧城市向认知城市的发展提供了理论和实践依据，使城市对未来有了清晰的构想。特斯联作为人工智能物联网领域的先行者、全新一代城市数智化转型的合伙人，始终秉承着“以人为本”的理念，拓展城市发展边界，探寻更多可能性，为城市可持续发展、低碳绿色赋能，为数字化智能化转型助力。我们在多年实践中推出的下一代城市级AIoT操作系统TacOS，已迈出由智慧城市向认知城市进阶的第一步。特斯联期待与各方携手，构建以人为本的认知化城市，一同展望数实交融技术为城市生活打开元宇宙类场景的未来。

Contents |

执行概要	01
1·持续进阶的中国智慧城市	02
- 1.1 发展现状	02
- 1.2 发展趋势	04
- 1.3 问题与挑战	08
2·智慧城市的下一站——认知城市	09
- 2.1 认知能力是智慧城市发展的高阶能力	09
- 2.2 城市认知化能力的基础框架	10
- 2.3 认知化城市的整体框架和发展阶段	12
- 2.3 支撑认知化框架的关键技术	14
- 2.4 支持认知能力框架需要的运营平台能力	16
3·领先实践	18
4·认知化城市的未来	21
- 4.1 正视挑战,抓住契机,顺应趋势	21
- 4.2 IDC建议:务实协作,认知无涯	24
5·聚焦厂商:特斯联	25
- 5.1 特斯联AI CITY的本质	26
- 5.2 下一代城市级AIoT操作系统TacOS	27

执行概要 |

在中国及全球，运用物联网、人工智能、大数据和5G等新兴数字技术进行城市智慧建设已经成为城市追求可持续发展的重要抓手，本文从中国智慧城市建设于现阶段取得的成就出发，介绍正在顺应产业数智化升级、城市数智化治理、双碳智能化转型而发生的趋势性变化，也指出了存在的短板和即将面对的认知化挑战。针对掣肘智慧城市向认知化进阶的系统性原因，文章展开梳理了建设认知化城市所需要的能力框架，与其对应的五个渐进式的发展阶段，并讨论了可以支撑认知化能力的城市级运营平台的重要性。IDC认为，可以支撑认知化城市能力框架的城市级运营平台，将成为智慧城市的“新基建”的一部分，为数字化经济的长期迭代提供关键支撑，成为促成城市治理、产业发展、民生服务、生态宜居等领域的善政、惠民、兴业方案不断升级的平台式动力。

特斯联在多年实践中顺应趋势所推出的TacOS城市级AIoT操作系统，已具备很多可以支持城市认知化运营的平台能力。通过在天津等地的先进落地案例以及重庆AI CITY样板，可以看到空间驱动的智慧场景在智慧城市项目里的多样化，同时城市认知化的阶段性能力过渡的现实需要也已经出现。然而，在通往城市认知化的道路上也不乏挑战，IDC建议中国智慧城市建设方在面对数据治理等近期挑战的同时，要秉持务实和协同开放的原则，抓住“十四五”规划中城市群与都市圈协同布局的契机，深度聚焦城市智能化场景的落地方案，持续展望数实交融技术为城市生活打开元宇宙类场景的未来，实现以人为本的认知化城市。

未来城市在认知化的方向上发展的道路没有终点，新的问题仍然会不断浮现，但拥有自学习、自适应的认知能力的城市，可以不断缩短寻找答案的路径；无论是市民、组织企业、还是政府部门，都在统一的发展目标的指导下，更具韧性，更有活力。

01

持续进阶的中国智慧城市

1.1 发展现状

数字技术以其快速响应性、广泛覆盖性、灵活扩展性、系统寻优性等特质，已经成为各个经济体追求可持续发展的重要抓手。IDC预测在一年之内，超过65%的亚太区GDP就会由数字经济贡献。大数据、人工智能和物联网等新兴技术更是数字经济增长的推进器——以人工智能软件市场为例，亚太市场将在2025年为此支出超过122亿美元，五年复合增长率接近26%。

在中国及全球，智慧城市¹建设都是追求城市可持续发展的关键手段，这其中蕴含着巨大的生态发展机遇。智慧城市的建设路径在不同地区各有侧重，大多都是遵从基础设施驱动的场景，到过程驱动的场景，再到空间驱动²的场景的过渡和迭代。从项目特点来看，基础设施驱动的场景具有通用性、关键性等特点，过程驱动的场景针对特定服务的流程效率，空间驱动的场景则更注重人群的体验与互动。

以亚太地区来说，近期的投入多发生在过程驱动和空间驱动的范畴里：



在新加坡，城市服务办公室（MSO）使用人工智能有效改造了政务问题的上报流程，帮助政府人员更高效地解决问题。同样在新加坡，政府部门通过发放fitbit腕表来获得市民在日常锻炼方面的相关数据，倡导公民的健康生活。



在韩国，政府正在开发名为Dr.Answer的人工智能医疗服务，它通过集成云上医院信息系统来为公民提供精准医疗。韩国政府也将投资总额100亿韩元（888万美元）开发MyData项目，该项目将向个人提供定制化数据服务，方便公民在金融、通信、能源、贸易和医疗保健五个板块获得定制化服务。



在印度，国家的数据驱动型数字经济战略推进了生物特征识别在金融等业务中的广泛采用，人们可以在微型ATM上通过对身份号码、指纹或虹膜的扫描验证来办理业务。

1、IDC定义“智慧城市”为可以系统地规划和采用大数据、人工智能、物联网、区块链等新兴数字化转型技术来解决民生问题的城市。智慧城市类项目着眼于构造城市对变化的感知、预测和应对，使各利益群体在变化中及时发现增长空间，使职能单位在应对操作中更具敏捷性和弹性。智慧城市项目需具备的能力包含：大数据获取能力、大数据整合能力、数据可视化能力、数据洞察能力、洞察响应能力，持续成果跟踪能力。

2、基础设施驱动的场景针对全面铺开的服务设施，包括智慧电网、智慧供水、智慧公交、智慧安全监控等；过程驱动的场景针对提供服务的流程，包括警务管理、执照证件管理、实时应急响应等；空间驱动的场景针对细化的物理空间，包括智慧校区、智慧港口、智慧体育场馆等。

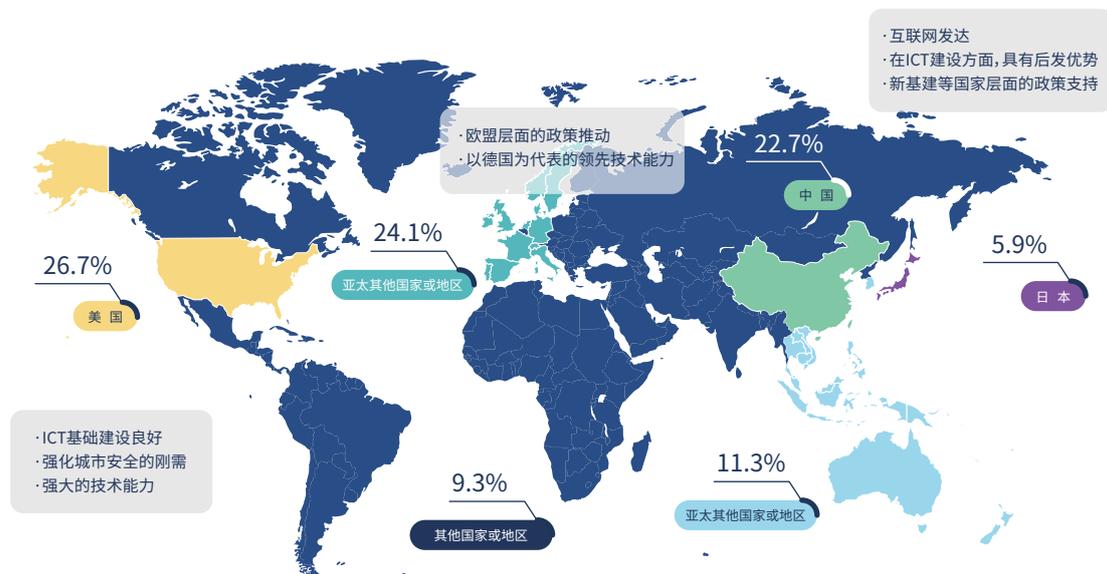


在泰国,电子交易发展局(ETDA)与Omise合作开发了数字化ID平台,利用面部识别和区块链技术保护在线的银行交易。

在中国,自2012年开始正式开展智慧城市试点以来,智慧城市建设已经从全面试行进入规范升级,并在向强调低碳、数字化转型、城市治理升级等方向发展。越来越多的城市成立了与大数据相关的智慧城市专职部门,以统筹资源,促进跨系统、跨部门的数据整合,以提高组织效率和数据融合能力。大量城市已开始基于人工智能、大数据平台、物联网感知的城市大脑类项目的普及和推广,具备覆盖城市关键基础设施和核心场景24*7小时不间断的数据实时化和可视化能力,并具有一定数据融合分析能力。此外,很多城市已经有了区级的“城市大脑”,并逐步形成城市群协同机制。这些项目提供的能力一般包括:公共安全治理、政务数据打通、交通实况播放、电网动态、环境监测、多部门协同指挥等,甚至可以监测到每一个路灯和井盖的实时工作状态。

中国智慧城市项目的普及率和支出规模均处于全球领先水平,这在很大程度上要归功于基础设施驱动的场景的建成规模和对新兴技术的重视:5G、大数据、云计算、人工智能、物联网、区块链、数字孪生等多种技术正在中国城市逐步落地和扩展应用。由IDC追踪的市场数据显示,中国在智慧城市项目上的支出已经是整个亚太区(不含日本)的两倍,预计到2025年,中国在这方面的投入将超过美国,在全球范围内占据首位,并形成大约17.3ZB的超大城市数据圈(IDC, 2021)。

图1. 美国、西欧和中国是全球智慧城市建设的三大主要投资区域



来源: Worldwide Semiannual Smart Cities Spending Guide, 2020 V1

1.2 发展趋势

中国智慧城市在数字中国宏观政策的引导下,正处在向以过程驱动的和以空间驱动的智慧场景过渡的高速多元化发展时期。与此同时,以新一代网络连接、大数据服务和智能技术平台为代表的数字化“新基建”,也正在成为城市发展的新抓手,具有以下三个方面的极为重要的战略意义:



对数字经济的双重加成。和传统基建不同,“新基建”于数字经济而言,不仅仅是“路与车”的关系,也是“引擎与车”的关系。一方面为数字中国构建可持续发展的基石,另一方面助力新经济领域的拓展,促成智能新科技与**产业数智化升级**的深度融合,打造具有国际竞争力的数字产业集群。



对城市治理的深远影响。智慧城市的渐进式建设中累计越来越多的公共设施资源、数据资源和业务资源,也在惠民效应层面和有效管理层面引发新的讨论。“新基建”将提供实现资源的融合协同的契机,进一步推动**城市数智化治理**。



为低碳减排做提前布局。低碳减排在近几年已经成为中国城市发展的关键主题,而低碳化本身是一个复杂命题,需要同时从需求侧和供应侧出发,寻求控制能耗和提升能效的方式方法。两者也都不能脱离“新基建”的前提做割裂讨论,必须围绕新产业生态等命题作出提前布局,达成**双碳智能化转型**。

具体来看,中国智慧城市发展已经在低碳化和数字化发展的双跑道上,发生了以下趋势性的转变:**以数字技术助力低碳达标,以空间驱动的惠民场景孵化数字创新,以可持续运营扩大数字化产业生态,以认知能力搭建智慧城市架构的新顶层。**

1.2.1 以数字技术助力城市低碳目标的实现

数字技术在双碳目标的实现过程中发挥着不可替代的作用,包括以云技术为代表的底层数字化基础设施,以物联网和连接技术为代表的数字化感知应用和以人工智能技术为代表的数字化体验和决策技术。智慧城市作为数字化应用的聚合地,可以在多个维度上助力低碳目标的实现,具体可以体现在以下方面:

- **按需使用的平台化架构,减少碳排放需求。**城市和企业通过对传统的支撑运营的平台架构的革新,可以从根本上降低碳排放相关活动需求。IDC预测,到2024年,全球通过云计算减少的二氧化碳排放量高达近4亿吨。
- **从可视走向可控,提倡节约和提升能效。**提升运营效率是减碳的核心逻辑之一,而大数据和物联网等技术与城市基础设施、工业设备和流程的深度融合,能做到及时监测、优化流程、减少浪费,不断提升能耗和管理的可视度和可控性。

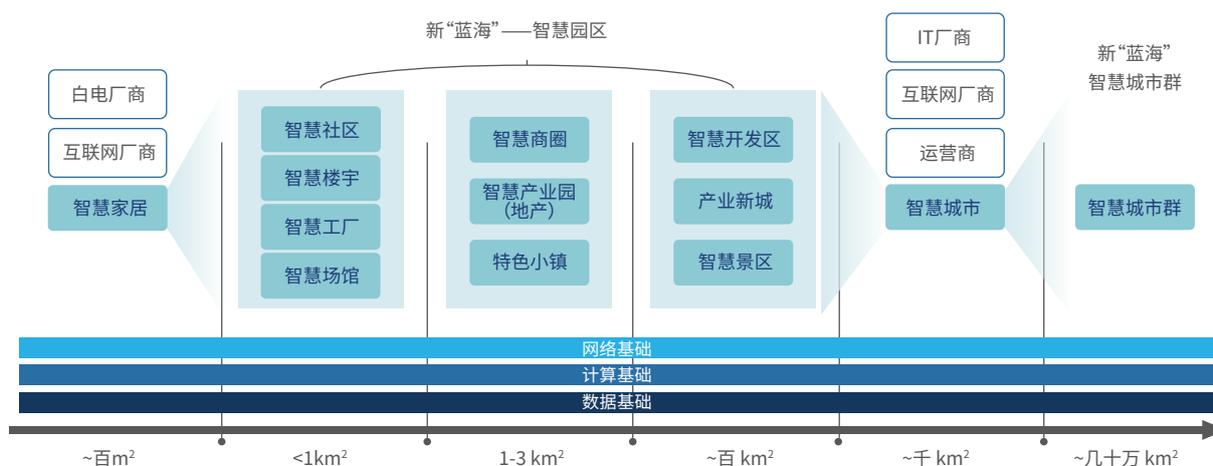
- **从技术创新到低碳化行业生态。**互联网、人工智能和物联网等新兴技术可以颠覆传统行业,使其向更节能的低碳化产业生态过渡。在中国,城市承载超过9亿人的日常出行,城市交通也将成为减碳的主战场。数字化技术可以帮助城市多渠道减排:例如智能化技术驱动的无人驾驶可以推动城市交通的新能源替代,居家办公技术可以减低市民的出行需要,大数据实时优化可以优化路线提升行驶效率等。

1.2.2以空间驱动的惠民场景孵化数字创新

以数据驱动的新产业生态已经在各地纷纷涌现。充分发展数字化产业,以数据为新式能源,是改变依靠自然能源实现经济增长的重要手段,围绕数字化与民生需求结合、数字化与节能低碳技术相结合等维度展开,切实推动城市的资源合理化利用。而无论是民生需求还是节能低碳,空间驱动场景都必不可少,其中包括智慧社区、智慧商圈、智慧产业园等(如下图所示),是孵化数字经济的契机。

- 以智慧社区为例:疫情管控的需求将加速智慧社区和网格化管理建设和发展,单点部署的智能化系统将逐渐实现融合和标准化,并将进一步促进社区基层与上级管理机构之间数据互联互通机制的建设和优化。各地政府也将更倾向于采用成熟的商业模式切入智慧社区建设,避免传统的政府兜底建设的模式。从政府主导的中国智慧城市的投资角度来看,类似“智慧社区”的空间驱动的场景是现阶段的增速点,处于初期投入阶段,2019-2024年间的五年复合增长率超过20%,有很大的向上空间。
- 从智慧社区、智慧园区、智慧商圈等的单场景辐射,扩张到城市群的全场景“新蓝海”,将不断铸造新的经济网络,进一步释放经济发展潜力。城市群的形成体现了区域协同发展大局观,将完善城市化空间的布局,有助于在经济一体化、生活便利、智慧交通、生态环境、能源利用、科技创新等各个方面提升区域发展潜能。

图2. 空间驱动的智慧城市场景



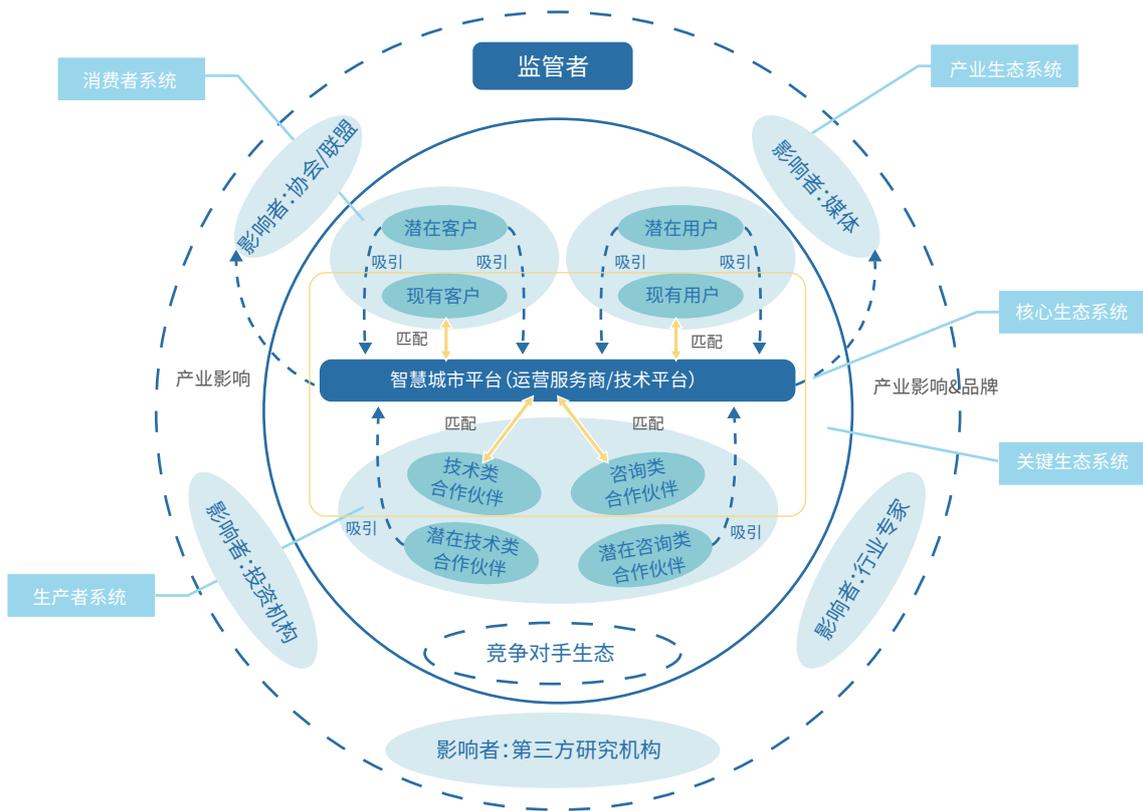
来源: IDC, 2021

1.2.3以可持续运营模式扩大数字化经济生态

智慧城市建设逐渐脱离检验单个项目成果的阶段，不再以业务应用数量和数据的汇集条数等作为成果，而是追求经济拉动的具体体现和生态扩张的提升空间，以及数据要素是否有效转化为资产并释放价值等可持续发展模式的方方面面。可持续运营的关键之一是明确运营方，具体运营组织可能包括大数据局、城投公司、IT公司、基于公私合营的特许经营公司 (SPV) 等，按不同城市的具体情况而定。而运营的重点也在更多地考验政府部门和智慧城市运营方的合作，并基于一體化的智慧城市运营平台，打造可持续发展的数字化商业生态，不断吸引和囊括相关新用户和潜在用户加入开放生态，这是运营模式方面浮现的和传统项目制建设的最显著不同。

可持续运营模式的主要组成部分如图。各部分缺一不可，保证在需求侧和供应侧都有中长期支撑，并以开放生态的活力和韧性，维护数字化经济持续和受控地增长。

图3. 智慧城市的可持续运营模式



来源: IDC, 2021

1.2.4以认知能力搭建智慧城市架构的新顶层

随着中国在智慧城市方面的持续投入和能力提升,人工智能和物联网等新兴技术得到日渐普及,在过程驱动的和空间驱动的离散智慧场景不断增多的同时,智慧城市正在向认知化演变,使认知化能力成为智慧城市架构的新顶层。城市认知能力传达的核心价值是“以人为本”,是动态调整的、可持续性发展的,也是不同群体在城市生态里最具共性的追求。**具备认知能力的智慧城市是认知城市,是智慧城市的下一站。**

认知城市类和传统智慧城市类解决方案的主要区别如下:

- “**智慧城市**”类解决方案的侧重在于通过对数据的采集、分析和可视化来提高流程的透明度、协调各方面规划和辅助决策,强调“可视”和“洞察”。
- “**认知城市**”类解决方案的侧重则在于推广形成从数据到算法到决策的认知能力闭环价值体现,强调“自适应”和“自学习”。

图4. 智慧城市与认知城市解决方案



来源:IDC, 2021

1.3问题与挑战

当前,中国已经启动了近290个国家级智慧城市试点项目,各地方城市的IT基础设施初具规模,并随着应用场景的扩展和延伸,不断孵化出大量城市级应用。这些多点、分阶段开展的、采用不同技术的项目,也不可避免地存在多方面的短板,主要体现在:



缺乏智慧城市统一的标准的顶层规划和运营模式设计,项目制任务式的投入在新兴技术高速迭代的背景下往往面临“建成即落后”的局面,并伴随高昂的试错成本。



缺乏统一开放的技术架构牵引和对智慧场景的底层逻辑的了解,“技术堆砌”式的建设引发异构设备和平台的难以驾驭、系统扩展难度高、业务并发但不协同、场景价值不闭环等多种问题。



缺乏汇总智慧场景或者跨越不同智慧场景的联动能力,智慧城市的“大脑”尚未与基层的“手脚”建立全面的数据流协同,项目越多,数据孤岛越多,也侧面造成善政型应用与惠民型应用的投入失衡、轻量化项目难以开展等问题,使数据赋能的洞察仍为少数人的“特权”。

以上罗列的问题不是完全独立存在的,从中可以窥见一部分系统性原因,比如:对智慧城市的整体能力框架缺乏清晰认识,缺少一体化的运营平台来提供不同场景间的和离散应用间的整合和协同,都已经在一定程度上束缚了城市向认知化进阶的步伐。

城市的规划者和建设者需要更加系统地了解认知城市的能力框架,在保证顶层设计的前瞻性和高度的同时,统一架构,采用一体化的和具有开放性的城市级运营平台保证场景联动、协同和有机扩张。

下文将会展开讨论认知化城市所对应的能力框架。了解该框架的构成和相关发展阶段,对相关项目的定期规划、连续推广、迭代兼容,以及长期成本和资源优化都非常重要。而可以支撑认知化城市能力框架的城市级运营平台,也将成为智慧城市的“新基建”的有机组成部分,在系统性地化解现有短板的同时,为低碳化达标、城市治理升级和数字化经济的长期迭代提供关键支撑,成为促成各个领域的善政、兴业、惠民方案不断升级的平台动力。



102

智慧城市的下一站——认知城市

2.1 认知能力是智慧城市发展的高阶能力

城市是一个生态系统,是人群以不同的身份 – 自然身份、家庭身份、职业身份、社会身份 – 在资源相对集中的空间,围绕“生活、学习、工作和文化”四个核心主题共同生存,并寻求共荣的集合。“人民城市人民建,人民城市为人民”,以人为核心的可持续性发展,是不同群体在城市里最具共性的追求,也应该是智慧城市建设的核心价值主张。但具体来看,人群在不同功能角色的范畴里,在社会、政治、经济等方面的诉求,往往各有取舍和互为牵制;在时间轴上,如,城市管理者和发展规则者还需要面对长期存在的系统性挑战,逐渐演变的阶段性目标和短期出现的突发性扰动,很难找到一键安装,一呼百应,或者一劳永逸的解决方案。



系统性挑战举例 - 日趋复杂的人口问题。根据世界银行的数据,截至2020年,全球55%的人口已居住在城市中;到2050年,这一数字将达到70%,届时城市人口总数接近70亿。城市人口的高速增长给维护安全的、健康的、高效的和繁荣的城市环境带来了前所未有的挑战。中国作为接近18%的世界人口的居住地,人口因素的影响更为深远,根据2020年进行的中华人民共和国第七次人口普查,已有64%的人口居住在城市,远高于世界平均值。而人口问题本身不能简单地视为负荷,也是社会发展和经济增长的动力;单纯地从“财富创造效应”或者“财富消耗效应”看待城市人口问题都有失偏颇,必须纳入时间、经济结构和社保支撑等因素为不同的城市划分不同的动态边界,以追求人口、就业和财富的良性循环。



阶段性目标举例 - 对低碳排放的郑重承诺。城市在创造全球范围内的70%以上的GDP的同时,也造成了超过70%的能源消耗和超过50%的全球温室气体排放。作为签署《巴黎气候协议》的100多个国家之一,中国承诺控制碳排放,以应对不可逆的气候变化所带来的威胁。在2020年发布的“十四五”规划中,碳中和成为一项国家级战略目标——在2030年之前实现碳排放达峰,在2060年前实现长期碳中和。在国家对低碳做出重要承诺的同时,城市需要审视产业布局,规划重点项目,在减排的同时维持经济增长,也需要评估这些规划中的变革会对城市运营和居民生活习惯带来的影响,主动制定和调整行动计划。



突然性扰动举例 - 未完全驱散的疫情阴影。新冠疫情自2020年初突发,给全球社会经济带来了多方面的深刻影响。疫情的持续蔓延之下,许多城市的社区服务的资源不足、关键基础设施管理与运营能力落后,应急系统不完善等方面的弱点都暴露无遗,甚至也放大了劳动力老龄化等原有社会问题。疫情使很

多潜在问题浮出水面,也产生“乌云的金边”的效应,比如促成了远程工作的兴起,在很短时间内改变了城市居民的工作方式,促成了跨部门跨企业跨地点的更高效的协同模式的同时,也进一步模糊了人群对于“工作地点”“生活地点”“文化地点”等功能区的定义,使空间从功能导向进一步走向体验导向。新冠疫情不会是最后一个突如其来影响人群生活和工作模式的病毒,未知的扰动因素会在将来不断出现,城市是否都已经做好了准备?

总结来看,城市面临的挑战复杂多变,为此需要的解决方案的颗粒度和迭代速度,都远远超越了单纯的技术采用的范畴,必须要在方案框架中纳入认知能力:感知对象、边界和场景的变化,以自学习的方式提供适应性体验或者解决方案。认知力属于生命体的能力范畴。具备这样的核心能力的智慧城市,是认知化的智慧城市,是真正做到以人为本的未来城市。认知化能力也是智慧城市的高阶能力。

2.2 城市认知化能力的基础框架

认知能力对所有生命体来说都与生俱来,认知能力的关键属性是:



具备发现内部和外界变化的**感知能力**,在变化中发现规律的**推理能力**,在推理后指导和改变行为的**适应能力**



以上三种能力(感知、推理、适应)可以形成闭环,即在做出适应性行为改变后继续感知变化,继续进入下一个适应循环的**持续学习能力**,并可以在时间轴上不断地更新这个循环过程

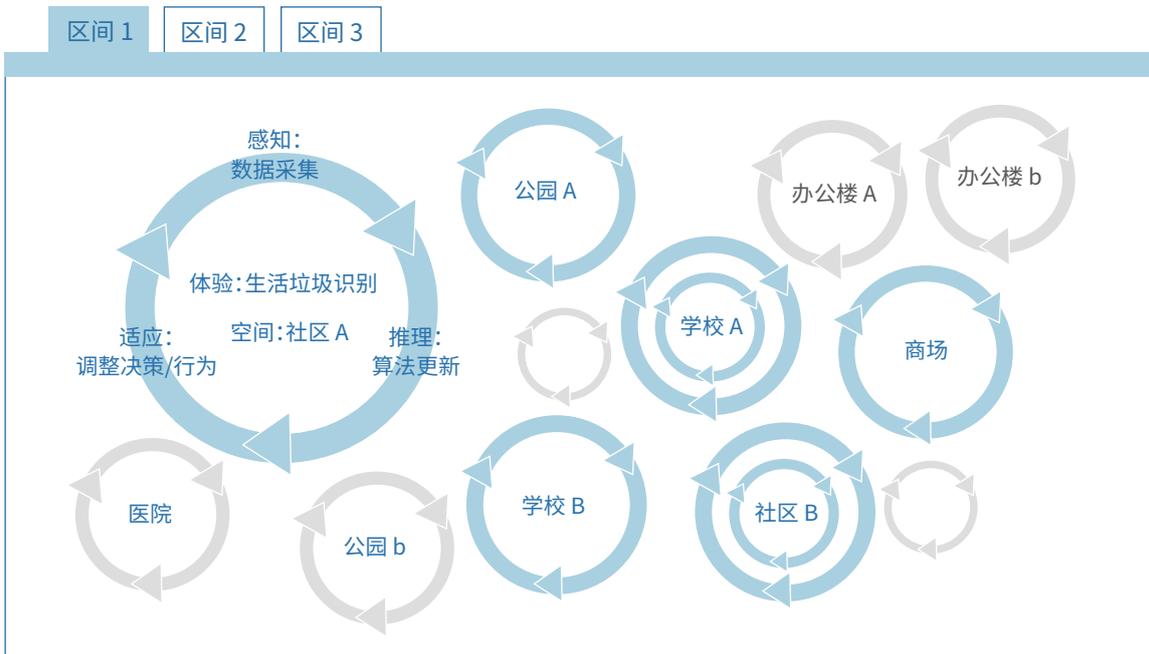
无论是单个生命体,还是复杂生态系统,它们展现感知力、推理力和适应力的持续学习闭环实例俯首皆是。放在城市这个生态系统来看,可以对应为数据获取能力、数据分析和建模能力及响应行动能力的闭环(下文中简称为数据闭环)。在实践中能够做到快速形成数据闭环的,一般出现在短链条的智能场景:比如指纹识别的解锁系统,指纹的变化会在使用中不断被边缘设备采集,被嵌入式训练模块使用来更新识别模型,使系统在使用过程中具适应性;而高频度使用的,如每天都使用的指纹识别系统,适应性也会明显优于低频度,如按月或者季度使用的系统。

如下表所示,短链条和高频度的使用,更多出现在以空间驱动的智能场景中,比如:智能垃圾识别、智能门禁、智能出行推荐等。与其他智能场景相比,它们具备更容易实现的认知能力,为方便指代,在下文中会将这类智能场景命名为智能单元³。

场景类型	数据闭环链条	数据更新频度	模型更新	覆盖范围
空间驱动的智能场景	短链条,单个设备(群)到单个人(人群)	中到高频度	本地设备更新为主	低
过程驱动的智能场景	中链条,连接不同人群和不同设备	中到高频度	云端更新为主	中
设施驱动的智能场景	长链条,连接大量人群和大量设备	低频度到中频度	本地和云端为主	高

3、智能单元:以空间驱动的形成短链条数据闭环的智能场景,要注意不是所有的空间驱动的智能场景都是智能单元。

图5. 认知城市需要日益扩大的智能单元集合



来源: IDC, 2021

当足够多的智能单元之间能够发生稳定的数据交互之后, 它们的运行方式便类似于神经网络中的节点, 由数据交换形成连接。随着节点和连接的数目的增加, 以及交换频率的提升, 神经网络的自我学习能力将越来越强。人脑也是以这种方式不断在与外界互动过程中获得学习和认知能力的, 这也是为什么智慧城市在做到了以下三点后, 也可以在整体上具备更高的认知能力。

- 拥有覆盖率足够大的节点数目: 即足够多的智能单元, 它们在单体上和单元组合上做到数据闭环, 可以自学习和自适应
- 拥有足够多的连接: 即足够多的跨单元的数据流
- 拥有足够频繁的交互: 即数据流的更新频度可以匹配需求的变化节奏

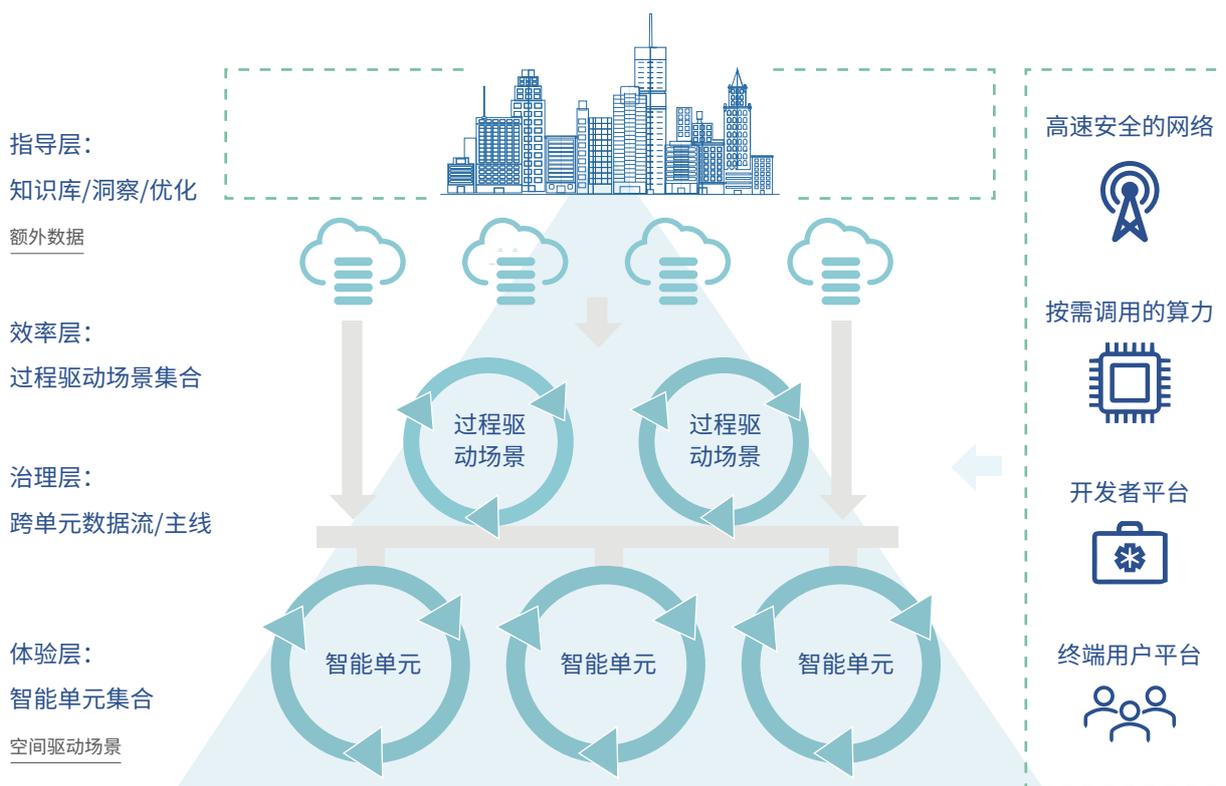
综合以上三点也可以归纳出衡量城市认知能力基础层成熟度的指标: 覆盖度越高、连接数越大、交互越频繁, 也代表城市总体的感知能力、学习能力和适应能力越强。

2.3 认知化城市的整体框架和发展阶段

认知化城市不仅仅需要智能单元的集合作为其基础层为人群提供体验类服务,还需要提供额外数据支持、连接支持、知识库支持、网络连接和算力支持等,促成多角色、跨部门的有效率的运营和协作,做到大范围的甚至是全局的更新和优化。下图展示了构建认知城市的全面的框架结构。

- 体验层:即前文解释的智能单元的集合
- 治理层:跨单元数据流层,提供跨项目跨场景的数据治理和自动化
- 效率层:以过程驱动的场景的集合,追求完成既定任务的流程效率的提升
- 指导层:知识库层,整合多种数据源,提供多角度洞察和全局优化的可能
- 纵向支柱:高速网络连接,算力提供,开发者平台,终端用户平台

图6. 智慧城市认知能力的整体框架



来源: Worldwide Semiannual Smart Cities Spending Guide, 2020

认知框架的不同层面需要有机结合,相辅相成,总体架构呈金字塔状。作为基础层的大量智能单元,为使用不同空间的人群提供适应性体验,可以调用其他平台的数据,其产生的数据也有向上汇集汇入中层和顶层的其他数据平台的可能。跨单元的数据流(data pipeline)和可能需要的更规范化、耦合更紧密的数字主线(digital thread),有效支持跨角色、跨空间的过程驱动的智能场景,实现效率层的扩张。在框架中层和高层,需要有额外的公共可调用的数据集、知识库和优化能力,一般由基于单一信息源的(包括实时数据和历史数据)的分析洞察的大数据平台或者城市级大脑项目提供。有机连接了体验层、效率层和指导层的整体架构,可以形成长链的数据闭环,拥有更新频度较低,但是覆盖范围广的整体层面上的认知能力。

一般而言,智慧城市的前期投入的侧重于通过对数据的收集、分析和可视化来提高流程的透明度、协调各方面规划和辅助决策,强调“可视”和“洞察”,更多地发生在指导层。而认知化城市的侧重则在于推广形成数据闭环的智能单元,和它们的有机关联,强调“适应”和“学习”,更多地发生在体验层、治理层和效率层。长远来看,不同层面的发展是保持互动和不断迭代的,每一个层面的扩展和更新都会催生其他层面的进化。

虽然现阶段对智慧城市的认知能力的讨论还在初期,实际意义上的智能单元却并不少见,比如智能停车场、智能通行、智能生活垃圾识别、智能园区物流等。智慧城市在向认知化过渡中按场景覆盖、数据关联和运营模式等不同的阶段性重心,可以分五步走:



体验推广期 - 推广独立的智能单元阶段,如单个小区的智能门禁,提高特定空间里的人群体验。这些智能单元之间无须互动,或者与城市数字驾驶舱等其他智慧城市项目发生关联。这个阶段着重于落地更多的惠民体验种类、覆盖更多的空间、提高闭环数据流的数量。



数据关联期 - 建立单元间或者层间数据关联的阶段,智能单元与其他项目发生关联和产生数据调用,如调用车辆管理和交通数据的智能小区停车场管理;如街区和社区内的安全事故探测,可以实时汇总纳入区级治安或者医疗系统的智能统筹系统,并能够建议甚至触发动作。这个阶段着重于从点到面,或者从上到下的数据治理,并推广更多的以过程驱动的智慧场景。



成熟运营期 - 逐渐增加的离散的智能场景需要运营服务,对城市级运营平台的依赖性逐步增强,并催生运营业态、开发市场生态和数据生态的形成、开发流程的合规度的提高,以及智能单元解决方案的模块化。这个阶段着重于开发者生态,以及方案运行和维护的商业模式的成熟。



敏捷创新期 - 有成熟运营和开发生态的市场,会催生更多跨场景联动的敏捷创新,或者同类场景的精细化和学习能力进一步提升,并可以由终端用户(尤其是消费者群体)发起更精细体验的智能单元的请求,如某社区家长团体可发起与智能校园和智能社区精细联动的请求,实现特定的未成年儿童群体进出校区和社区的智能化确认。这个阶段着重于认知框架的三个核心能力的全面提升,包括智能单元的覆盖面、跨场景连接的数量,跨场景数据互动的频度,可启动接入消费群体的平台功能。



智能认知期 - 基础层的成熟度会形成跨场景跨空间的长链数据闭环,带来更高层面的自学习自适应能力,使城市可以从不同层面为不同群体提供适应性体验、高效率服务和整体寻优指引;新的智能服务可以随时被部署,旧的单元可以被淘汰,也因此具有全局意义上的自学习性和自适应性。这个阶段的智慧城市具备了多层面上的认知能力,可以适应不同人群和不同时期的发展需求。

达到智能认知期的智慧城市,可以在真正意义上做到“智能”为所有民众服务,并且形式丰富、与时俱进。认知城市的数据资产也是真正意义上的治理度、流动性、利用率兼具的数据资产。认知能力是智慧城市的“以人为本”的价值主张的集中体现,是智慧城市架构的最高层。

2.3 支撑认知化框架的关键技术

认知化能力需要的技术主要包括:

- 开发和部署智能单元需要的人工智能和物联网技术,也可以合并为智能物联网技术(AIoT)。
- 实现可靠数据连接的数据治理、数据目录、数据虚拟化、数字主线、数字工程等技术。
- 提供单一信息源和全局优化可能的大数据平台,包括可以支持定制化服务的数据超市、数据可视化、先进分析和机器学习等技术。
- 纵向支柱需要的数据中心、5G网、云平台、增强算力资源等技术。
- 支持创新生态的开放开发者平台技术。
- 保障安全的数据保护、加密和设备隔离技术。

其中,无论是体验基础层,还是高层的认知能力都需要依赖人工智能技术。人工智能是新一代软件技术的代表,与传统软件显著不同,其输出响应弱依赖编码逻辑,而强依赖算法模型。算法模型由数据训练生成,并具有一定程度的不确定性和不可解释性。人工智能类应用的鲜明特征之一,是当训练用数据在模型使用中形成反馈闭环后,模型可以自我学习、自我纠正,以适应运行环境的变化。

数据闭环是人工智能类方案具备较高的可用性和自提升能力的前提。数据闭环的建立依赖持续供应和保障质量的数据流,与物联网设备的数据感测能力正好吻合,促成反馈环的形成。随着物联网传感器不断地收集现场数据,并具备在边缘设备轻量升级算法模型的能力,智能单元可以快速重复训练、更新和自我学习,它远远超越了传统的物联网应用的实现设备间泛通信的范畴,具有丰富的想象维度和扩张空间。自2018年左右兴起之后,智能物联网的概念已经在不同行业得到重视和应用,尤其在以下几个方向:设备管理、运营协同、体验升级,也与智慧城市的三大类智能场景贴

合：设施驱动的场景、过程驱动的场景和空间驱动的场景。

抽象来看，物联网的数据采集端可以看作AIoT的感官来完成数据收集工作，其内置的或者在边缘系统部署的智能应用层则相当于大脑，两者合力形成数据闭环，提供限定空间和体验场景的认知能力。

综合看人工智能和物联网这两个技术市场，未来几年的发展趋势包括：



人工智能主导的市场趋势：(1) **多场景应用**—在2022年就有至少55%的大型企业在超过一半的客户体验、系统安全、设备管理、采购等流程加入人工智能辅助元素；(2) **边缘加速**—到2023年有75%的大企业会不同程度地采用边缘部署的人工智能方案，其中30%会依赖异构的加速方案；(3) **技能平民化**—到2025年，自动机器学习和端到端的数据与模型管道会使可以完成数据分析和数据科学工作的人群增至现在的三倍；



物联网主导的市场趋势：(1) **安全社交距离**—在今年，25%的福布斯1000强企业为需要在一线与人接触的员工提供自动感知安全社交距离的可佩戴设备；(2) **设备即服务**—到2023年，40%的大企业会启用“设备即服务”的合约，以按使用付费并缩短设备更新周期；(3) **数物融合**—到2025年，各种纳入数物融合概念的“现场2.0版”将为体育比赛和演出等带来实际的收入增长。

同时，新超级计算架构将对人工智能和物联网技术市场都带来深度影响，到2026年，新的超级计算能力如量子计算和深度学习芯片会促使10%左右的历史难题得到解决。

这些发展趋势也都会在城市认知化中的多个发展阶段中有所体现，如下举例：

城市认知能力的发展阶段	人工智能技术市场趋势	物联网技术市场趋势	对城市认知能力发展的影响
体验推广期	多场景应用	保障安全社交距离	<ul style="list-style-type: none"> 智能物联网助力多种场景，形成数据闭环 安全社交距离类的需求也会在很多以空间驱动的短链场景中体现，通过基于计算机视觉的智能物联方案解决
数据关联期	技能平民化-数据治理部分		<ul style="list-style-type: none"> 更便捷地建立数据管道和数据流，在工具层面降低数据治理壁垒
成熟运营期	技能平民化-自动机器学习部分	设备即服务	<ul style="list-style-type: none"> 催生更多人使用技能平民类工具，以快速展开创新生态 借助“设备即服务”使运营简单化
敏捷创新期	边缘加速	数物融合	<ul style="list-style-type: none"> 敏捷创新需要灵活的边缘算力分配 开始支持更多的需要高算力的沉浸式体验
智能认知期	超级计算架构	超级计算架构	<ul style="list-style-type: none"> 开始解决更多的系统性难题 数物融合更加普遍化

在五个认知能力的发展阶段里，基础层的智能单元的推广具有持续的跨阶段的重要性。综合了两个维度-体验种类和物理空间数量的场景覆盖百分比，也是体验层认知能力的成熟度的重要指标，如同生命体的神经元一样，数量越多，代表学习的潜能越大，从惠民角度来看，带来的实际便利也越多。

2.4 支持认知能力框架需要的运营平台能力

随着人工智能、智能物联网的应用深入以空间驱动的各个场景，在智能单元层会逐渐衍生出扩展需求，通过智能单元体验场景的完善和数量的增加来不断优化城市智慧基因。在城市级的规模上，无论是体验推广期的场景数量的敏捷部署，还是数据关联期的连接节点增加、成熟运营期的服务生态成型等，都需要一体化的城市级运营平台提供支持，以保证落地效率、减少重复建设、优化长期成本。

针对城市发展认知化能力的框架的不同能力发展阶段，所需要提供的支持的侧重也不同。下表总结了能够持续有效地支持城市的认知能力进阶的一体化运营平台（简称：认知城市运营平台）所需要逐步引入的能力特征。这些能力是持续叠加的，较早发展阶段所须具备的能力，比如通用操作系统能力，会贯穿所有发展阶段。

城市认知能力的发展阶段	对智能单元落地的要求	运营平台需具备的相关能力特征
体验推广期	敏捷部署，快速推广	<ul style="list-style-type: none"> 成熟场景的可重用方案(SaaS) 通用操作系统(OS)能力(PaaS):设备接入管理、连接管理、安全管理、应用部署管理等
数据关联期	数据整合，按需方案开发	<ul style="list-style-type: none"> 数据治理和数据流自动化能力 及时整合和更新的数据目录 智能应用开发工具包、算法库等
成熟运营期	开发自运维，开发者生态	<ul style="list-style-type: none"> 开发者平台 模型和数据运维能力平台 设备、智能组件和模块“即服务”集市化市场 数据集市
敏捷创新期	连接使用者，采集需求，加速创新	<ul style="list-style-type: none"> 开放的开发者平台 面向用户的服务界面 增强算力平台 增强网络连接 按使用的付费模式
智能认知期	认知程度指标	<ul style="list-style-type: none"> 面向规划者的覆盖率和认知能力面板 面向用户的增强算力市场

具体来说，成熟场景的可重用场景的**SaaS方案能力**可以促成有广泛需求的惠民场景的迅速落地；而通用操作系统的**PaaS能力**部分，可以支持定制化的智能模型的训练、部署、推理和设备/边缘端训练，从云到端加速资源调配，构建一个开放的、安全的和即插即用的设备管理平台，以支持高速迭代的设备、硬件和软件技术市场。在解决系统异构性的

同时,提升从定制化设计、方案论证到实施、部署的整个流程效率,保证合规性,降低网安风险控制难度。数据治理能力则包括元数据管理、数据目录、数据流、数字主线等,会随着关联场景的增加而变得更加重要。整合和关联场景的增加也会对需要定制的智能应用的开发带来一定难度,因此需要更有针对性的工具包和算法库,以及一个全面的开发者平台,支持应用层面的、智能模型层面的和数据流层面的开发与运维。运营市场的成熟的一个标志是越来越多的组件以“即服务”模式被采用,包括“设备即服务”“智能模块即服务”等,并拥有专门的集币化市场,吸引更多的开发者加入开放生态,启动与终端用户的需求直接挂钩的面向用户的服务界面。由于人工智能类应用的算力消耗特性,终端用户的需求的规模化也会引发对增加算力和更高速网络连接的需求,并促成更灵活的按需的或者按使用的付费模式。不断增加的平民化创新场景与场景间的连接度,是城市级认知能力趋向成熟的指标,需要有相应的能力面板做跟踪显示,从覆盖率、使用率、发起请求率等不同角度动态了解城市在发展过程中面对的问题、取得的成果、潜在的机遇,等等,更有系统规划长链条城市认知方案,解决更复杂的难题。

在现阶段,随着智能物联在很多行业的应用已经进入规模化推广阶段,各具特色的服务于AIoT解决方案的操作系统和服务于智慧城市运营的平台类解决方案也在市场上出现,但相较于能连续支持城市认知化能力发展五个阶段且理想的、一体化的认知城市运营平台,这些应用尚存在架构或能力上的差距,主要集中在以下几个方面:

- 现有SaaS方案覆盖场景不足,不能保证敏捷的端到端的落地
- AIoT驱动的PaaS方案与人工智能技术的快速迭代不匹配,不能满足对算法、模型训练和动态算力分配等方面的需求
- 第三方数据接入能力不足,缺乏敏捷性和系统性
- 数据治理的自动化能力不足,如数据目录无法及时更新等
- 缺乏开放性的开发者平台或者生态,对设备端或者开发端的创新不友好
- 不支持组件和模块“即服务”模式,对运营生态成熟不友好
- 缺少面向使用者的能力部分,对催生平民化创新不友好
- 跟踪认知能力进阶的可视化面板部分的缺失,发展过程和收效不透明

在智慧城市向认知化演变的背景下,特别是在比较先进的、数据生态比较成熟的智慧城市中,需求侧的显著增速,对AIoT驱动的智能单元的落地敏捷性的要求也在日益增加,采纳能够更好地支持城市认知能力的一体化运营平台已是必然趋势。在厂商方面,也已经有创新者在实践中浮出水面。

03

领先实践

在向认知城市的探索过程中，已经有领先的厂商认识到了深入单元技术能力和拓展运营平台能力的重要性。特斯联革新城市发展理念，深耕城市智慧使能相关技术领域，以新兴的人工智能技术、物联网技术，作为支持未来城市的认知化和数物融合化的感官类基础；并推出一体化的TacOS城市级AIoT操作系统，作为支持城市认知化运营的平台能力。经过多年实践，特斯联已经在重庆、上海、天津、德阳等多地具有先进的落地案例，可以从中发现城市认知化能力发展的趋势。

中新天津生态城：TacOS助力吉宝置业推行模范智慧小区

吉宝置业中国是新加坡吉宝置业的全资子公司，在中国商业和住宅物业开发与管理市场上处于领先地位。中新天津生态城（下文简称“该区”或“生态城”）地处天津市，是中新两国政府间的旗舰合作项目之一。吉宝集团为中新天津生态城新方联合体领军企业，吉宝置业中国则是吉宝集团在生态城中的生态开发项目的开发商。

在国家碳中和战略指导下，生态城管委会遵循可持续发展的规划，目标是到2025年实现所有小区的“智能化”，实现智慧城市运营中心与小区的联动化、互动化，实现废物管理和碳排放的可视化。其他发展目标还包括提高政府开放数据利用率，比如由“城市大脑⁴”项目产生的大数据。

由于智慧城市投资和建设项目中的合作单位众多，实践治理和协作框架对于协调各方开展有效合作至关重要。自2018年以来，吉宝开始与生态城管委会和多家机构建立合作关系，共同探讨智慧小区发展指导方法，以助推进新兴技术在生态城中的普及，从基层创造效益，向结果导向型投资转化。《中新天津生态城智慧小区建设导则》（下文简称《导则》）于2019年起由各方共同起草，于2020年发布。该《导则》旨在为国内外智慧城市项目建设中广泛存在的问题提供新的思路和方法，如：

城市网格治理下场景精细化程度受限。在城市规划中，红线是指公共道路用地和其他建设用地之间的分界线。不同红线划分出的网格也正是市民日常生活、工作、学习和文化的各种场所所在，例如社区、写字楼、商场、学校、主题公园等。统计显示，人们每天在这些网格内的场所会度过大约80%的时间。现有政府主导的智慧城市项目往往触及不到社

4、天津市于2021年5月正式发布“城市大脑”。该城市大脑项目提供大数据平台能力，以“物联感知城市、数联驱动服务、智联引领决策”为目标，立足数字治理、数字惠民、数字惠企三大领域持续开发不同数字化场景，使城市治理更精准。

区服务的“最后一公里”，而这些需求与民生息息相关，许多固有问题也都发生在这里——能源浪费、生活垃圾、火灾隐患、生产事故、安全犯罪等。场景不够精细化限制了智慧城市项目触及基层生活的深度，因此缺乏基层的广泛认同感。

大数据资产利用率不足。数据资产变现是一个复杂问题，它需要的解决方案常常超过技术层面和项目执行层面的考虑。目前，仅有在一小部分智慧城市项目范畴内的大数据得到规模化的使用，这方面的正面例子是在城市交通系统产生的大数据。低利用率后面往往是对实用场景的缺乏理解、数据商用的边界缺乏清晰定义，数据治理的整体成熟度较低等因素，使海量大数据在成功资产化方面仍存在明显差距。

过程驱动的场景的数字化不够。与上一条数据资产利用率的痛点紧密相关，由于尚未实现大范围的应用普及，城市居民和企业从智慧城市项目中获得的好处难免大打折扣。在支持紧急应变响应等过程驱动的场景方面，数据不能直接驱动或者触发实际操作，无论从居民还是工作人员的角度来看，后续操作的效率和过程控制的透明程度都存在提升空间。

技术投资与有效使用脱节。许多建设智慧城市用投资仍在沿用过去的一次性买单的采购方法，还没有纳入按使用体量或者效果付费的做法，导致实施的技术方案与使用脱节，存在缺少推广、缺少使用、缺少反馈、缺少效果监控、缺少维护和升级等各方面的问题，甚至有些技术投资只作展示之用。智慧城市项目的管理团队也在逐渐意识到转变的重要性，采用“解决方案即服务”而不是单纯拥有某种智能技术能力配置，来衡量投资的收效。

吉宝·季景峰阁是吉宝置业根据《导则》完成的第一个项目，于2020年6月完工，多次获誉为智慧小区的模范生。该小区包括三栋塔楼，有372套住宅和146家商铺。项目亮点包括：



30多个空间驱动的场景：自项目规划阶段起，吉宝持续与业务合作伙伴和小区代表沟通，共同筛选推出了30多个搭载新兴技术的日常生活场景，这些场景分属3大类公共空间——门区、院区和家庭区，按照四大主题展开：智能邻里自治、智能健康服务、智能安全环境和智能和谐生态。由于疫情的原因，“零接触、无损耗”的体验成为很多入选智能场景的共同主题。



场景内数据闭环的形成：这30多个场景中都做到了以数据为导向，并大多基于AIoT方案为人群提供适应性体验；例如，通过计算机视觉应用帮助居民为生活垃圾分类；通过语音控制为小区提供设施管控；通过动作识别探测老年人行动障碍，并可及时通知护理人员到场；通过小区聊天机器人实时查询附近超市菜价等。



有效利用城市大数据资产：多个智能场景中都利用了现有的城市大数据资产。例如，停车场和行人出口处实时显示周边街区交通数据和未来两天的气象数据；通过大屏幕显示小区和楼宇的水电消耗排行榜，以引导居民节能能源使用，培养低碳生活习惯等。



特斯联TacOS不但为智慧小区基础智能单元提供AIoT操作系统,也是各种智能场景的SaaS应用的提供者,为该小区的智能场景的快速上线和持续更新换代都起到关键作用。小区管委会在审查和改进智能场景类目时,对TacOS遵循的“场景运营即服务”的理念非常认同,因为它可以实现持续地监控、灵活地重构、添加或淘汰智能场景——即本白皮书所提及的智能单元。而作为小区开发和管理者,兼容异构技术的持续迭代、端到端的落地能力和持续的直接与使用效果挂钩的服务,都体现了TacOS平台能力的专业性,是推动智慧小区建设的有效助力。

吉宝置业推行的智慧小区已经可以做到本地部署的智慧单元和城市大数据平台间的数据联动,已经在向第二个能力阶段“数据关联期”过渡。展望未来,吉宝将跨地区推广依照《导则》建设的智慧小区。吉宝认为智能小区内产生的数据有很多具备再利用空间——比如用规划网格内楼宇的数据补充CIM(城市信息管理)系统,以促成全局协调和规划;或者从楼宇的常规检测图像里提取和增强BIM(建筑物信息管理)系统所需的数据,为数字化孪生做好准备。吉宝认同楼宇的数字化孪生技术在应急疏散等需要密集协作的场景中的巨大潜力,也正在与3D建模和模拟仿真公司等生态系统合作伙伴以及负责CIM数据的城市规划者积极沟通,为算力更充足的数字化持续进阶的未来城市做准备。

04

认知化城市的未来

智慧城市的认知化进阶不仅是涉及技术领域的趋势，也是借助科技力量，以人性化的角度切实、动态地解决民生问题的必然途径。认知化城市所拥有的“自适应”和“自学习”能力，可以更好地满足人们在生活、工作、学习、文化等多个层面的，对于设施、流程和空间的多种需求，融合不同的利益群体，组成拥有更有韧性、更具活力的生态系统，实现持续的低碳化增长。

对城市认知能力框架的梳理，可以有效减少目前智慧城市建设中面临的问题，比如：“抄作业”式的投入导致建成即落后，城市级大脑与基层场景的割裂，不具备数据闭环的场景交付的价值不可持续性，“技术堆砌”式的投入带来的协同运营的挑战，封闭式产业链条导致的创新数字生态难以扩张和规模化，等等。

可以支撑认知化城市能力框架的城市级运营平台，正在成为智慧城市的“新基建”，为数字化经济的长期迭代和惠民方案的不断升级提供平台式动力。在对此类平台的采用中，需要正视近期挑战，抓住中期增长契机，顺应长期发展趋势。

4.1 正视挑战，抓住契机，顺应趋势

智能单元的运行方式在很多方面类似于神经网络中的节点，随着节点和节点间连接的数目的增加，以及信息交换频率的提升，神经网络的自我学习能力将越来越强。在认知城市的范畴里，如果说广泛推行的智能单元可以最终被类比为一个人脑，并做到像人脑一样自发学习，在现阶段看来还是很现实的，因为神经网络的学习过程还需要其他设定，例如，共同学习目标的设定。而在城市里的智能单元互动的环境中，让各参与节点都有一致的学习目标本身是巨大的挑战。

除此之外，从智能单元的推广到认知能力的提升的过程中，城市还会持续面对挑战和发现机遇：

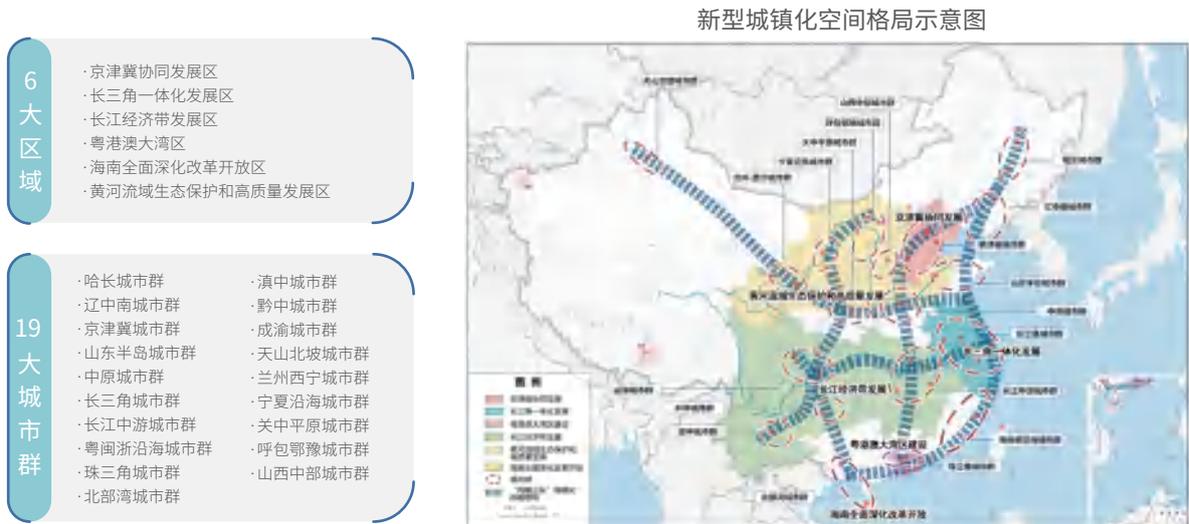
近期挑战 - 步入“数据关联期”所必须正视的数据治理问题：智能单元的快速部署只是认知城市的开始。要在更高层面上实现较长链条的认知能力，城市需要有效治理所有的智能单元生成的数据，促进单元间以及认知能力架构里的多个层次上的解决方案间的数据交互，降低数据治理壁垒，促进数据流和数据管道的自动化。这是认知能力发展到“数据关联期”最需要关注的课题。

关联的需求和数据治理的范畴,也不会限于同一个城市之内。当城市的发展目标越来越需要向上兼容,与城市间生态圈兼容,与国家发展议程保持一致。这些兼容的需要会加速城际数据交换频率,并进一步凸显数据质量和数据治理方面举措的重要性。随着范围和规模的加大,数据治理也更具挑战性:除了更先进的网络安全和物联网终端保护手段,更完善的跨应用跨地区的元数据管理之外,还需要政府出台相关政策来规范引导,业务合作伙伴合力建设诚信可靠的生态系统,持续提升决策者和使用者人群的数据素养,以及应对人工智能解决方案可能会面临的解释性、模型公平性、模型治理度和数据隐私保护等方面的质疑的方案。

中期契机 - 城市间协同布局为“成熟运营期”提供更大的生态空间: 中国的十四五规划为城市间协同联动提供了方向的指引,以城市群和都市圈为依托,促进物理距离接近的大中小城市以及城镇之间的协调和联动,凸显有地方特色的发展,使更多人群享有更高品质的城市生活。在完善城市化空间的布局方面,也明确提出了5大发展举措:(1)推动城市群一体化发展,加快形成“两横三纵”的战略发展格局;(2)建设现代化都市圈,辐射和带动1小时通勤圈内的协同发展;(3)优化提升特大超大城市的中心城区功能;(4)完善大中型城市的宜居宜业功能;(5)推动以县城为主要载体的城镇化建设。

无论是提供体验的空间驱动智能场景,还是提升效率的过程驱动智能场景,在支持这5大发展举措方面都大有可为。而在一体化发展的都市群和通勤圈,“成熟运营期”所致力的开发者生态和运营市场,均利好于这些地区的创新业态的形成,推动地区的产业重组和经济发展。

图7. 十四五规划里的新型城镇化格局



来源:《中国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》, IDC分析, 2021年3月

远景趋势 - “敏捷创新期”会有更多元宇宙城市场景浮现:尽管受制于多种不确定性,但人工智能驱动型解决方案在全球各城市的加快部署已是大势所趋。随着城市认知能力进入“敏捷创新期”这样的高阶段,更多的算力会被部署和平民化,平台面向用户的互动也会被开启,最终将创造更多的数字资产,使得城市居民的生活、学习、工作和文化等各个方面获得类似元宇宙的体验。在元宇宙里,数字资产组成的虚拟世界已经可以部分模仿真实世界,和数字人交互,甚至达到以假乱真的境界。

元宇宙类解决方案在现实城市生活中已具雏形的应用场景包括:



与未来消费和体验相关的,虚拟现实式参与大型集会:如演唱会、产品发布会等,因防疫需要等不能出行,或受现场可容纳人数所限的观众可以远程参与,并得到身临其境的沉浸式体验,拥有包括周围观众的陪伴背景音和现场走动空间等的立体观感。此类场景已经在某些消费类商品的大型发布会中得到实验性应用。



与未来消费和体验相关的,虚拟现实式长视频和短视频的制作和流通:现有的视频内容创造,尤其是以电视和电影为代表的长视频内容,仍然大量依靠物理布景拍摄和后期特效添加的做法,其中物理布景的部分一方面受资源有限性限制,一方面也会在拍摄之后造成一定程度的浪费。自2020年下半年起,电视节目,尤其是以央视春节联欢晚会为代表的大型综艺类节目已经开始使用虚拟混合现实的制作手段做实时高清呈现,收效也获得了广泛好评。这种手段将会随着通用技术平台的推广,日渐被平民化,逐步纳入广大短视频制作的群体中去。



与未来运营和工作方式相关的,虚拟现实类工艺沟通和培训:城市生态的一部分是工业企业,很多大型城市面临物理空间的有限性和昂贵性,会制约对厂房和设备空间具备一定要求的企业的发展。由于招工困难等现实问题,这些企业也往往难以选择城市化程度较低的地区开厂。而元宇宙类的虚拟化设备资产可以为这些两难中的企业找到出路,为仍然在城市化地区工作和生活的,具备专业技能居民提供远程监控和操作设备的可能性,尽量减少厂房内现场操作的人员配置。



与未来工作方式相关的,虚拟现实类创意工作协同:同样在企业生态的部分,有些企业不依赖大型设备,但需要高度的人员协同。如创意制作类行业,无论是故事编写还是创意美工,都需要与同事做大量沟通和分工合作。这些项目的生命周期一般较短,同事的组成也高度动态化和异地化,也因此对物理存在的共同办公地点的依赖性在日渐降低。远程办公流行的同时,对沟通和协同的质量的要求也在日益上升,现有的电话和视频会议等方式往往不能满足专业人士需要的围绕作品展开的讨论和实时修改,也因此为虚拟现实式的办公空间提出了要求。

更多的具备人文关怀的前瞻性场景也可以让元宇宙类技术和体验大展身手，比如对于家人不能一直陪伴在侧的银发族，一部分的精神层面的需求可以通过远程虚拟现实的手段满足，足不出户就可以看见在异地的孙辈的玩耍和学习现场的3维重建，并能参与对话产生互动，带来身临其境的体验。

4.2 IDC建议：务实协作，认知无涯

回到构建智慧城市的认知能力的更现实的执行层面，IDC建议遵循两个原则：(1) 先进理念与实践相结合的务实原则；(2) 产业链内协同和保持开放生态的原则。

先进理念与实践相结合 – 为认知城市夯实基层的智能单元的特性是规划灵活、实施敏捷和可模块化扩展，任何楼宇、园区、社区、学校等都是潜在的智能单元的物理空间。智能单元在“体验推广期”不需要特别严格的规划顺序，但保持务实性非常重要，比如：选择更容易量化效益的场景开始进行规划；追求场景设计的简单化，旨在解决人们生活、工作、学习和文化的单个具体需求；遵循最佳实践，优先采用已经在类似环境中获得认可的智能单元解决方案；优先采用关怀弱势群体的场景，等等。

保持开放和协同的原则 – 无论在发展认知能力的哪个层面和哪个阶段，运营负责人都应该积极地与产业链条内和其他层面上的主要利益群体就项目的规划、实施及效益进行及时沟通，或者以工作小组、联合委员会和定期会议等形式，与智慧城市运营生态中的不同企业和政府部门建立长效的协作机制。培养和维护开放的创新生态，促进数据资产和智能方案模块等方向的市场化，为本地数字化经济加速。

在“新型基础设施建设”和“新型智慧城市建设”的双重加成下，中国智慧城市市场将继续保持市场空间广阔、发展韧性强劲等基本特征，并随着智能物联、5G、加速算力等先进技术的成熟，逐步发展认知能力。在个人的角度，空间驱动的体验将融入更多元宇宙的因素，得到更多技术之外的人文关怀；在组织企业的角度，运营模式会更加多样，日常服务效率将不断提升；在城市管理的角度，居民满意度得到提升，商业化模式不断创新，政策传达和转化会更加高效。

当然，社会和环境问题仍然会不期而至，经济发展规划目标会推陈出新，但拥有了较长链条的自学习、自适应的认知能力的城市，可以不断缩短寻找答案的路径，找到可持续性发展的动态解决方案，使市民、组织企业、市政部门都在统一的发展目标的指导下，更具韧性和活力，共生共荣。城市作为社会人的有机集合，在认知化的方向上发展的道路上没有终点。

| 05

聚焦厂商：特斯联

特斯联成立于2015年,致力于通过数智化的解决方案驱动城市管理的升级,促进产业生态的繁荣,推动绿色低碳的落地。以AIoT技术为原点,特斯联专注城市空间智能场景应用,推出基于AIoT和城市商业场景深度融合优化的城市级操作系统TacOS,以智能技术赋能双碳应用,关注碳中和节能、安全治理、市政服务、运营管理以及业务创新五大典型应用,同时提供顶层设计、智能部署和数据运营增值服务,为单体建筑、社区、园区、城区四类城域场景打造有智慧、有互动、有协同、有温度的一体化解决方案,并在AIoT 3.0的规划中提出了“City as a Service”的理念,重点打造下一代人工智能城市AI CITY。AI CITY围绕“以人为本”,以科技与产业为结合点,旨在重塑和激活城市生命形态,改变和提升未来城市的管理方式和生活方式,目前已在中国多个地区落地。在计划的AIoT 4.0时代,特斯联还将拓展AI CITY的边界,实现城市及城市间的协同与业务创新。

纵观特斯联的发展历程,从城市智能基础设施的植入,到城市智能场景服务的赋能,再到以城市为核心的全场景协同业务创新,并前瞻性地提出了下一代智慧城市的方向——AI CITY,公司围绕和遵循智慧城市的发展规律,为智慧城市向认知城市的发展提供了理论支撑和实践依据。

5.1 特斯联AI CITY的本质

特斯联长期深耕于城市空间场景研究,为城市空间(City Space)提供完整闭环价值的AI CITY解决方案。



特斯联认为，城市是由大大小小的空间组成，这些空间构建成了基本的城市形态。单独的空间是没有任何场景价值的，基于空间的场景必然是围绕人、物、空间所形成的完整业务价值链。人与物、人与空间、物与空间以及三者所发生的业务，才形成了空间驱动的价值场景。特斯联通过多年的研究和实践，已形成了上百个城市空间场景的业务体系，并基于组装式业务架构，形成了基于AI CITY场景组件库的业务组合方案。

同时，特斯联认为，传统的城市中枢系统已经无法满足未来多元的业务场景和不断更新的技术整合的需求，于是提出下一代城市级AIoT操作系统——TacOS (Terminus AI CITY Operating System)，以实现城市空间场景与城市智能科技的管理调度，以及人与物理世界、数字世界的交互，进而带动城市认知能力发展的技术革命与创新。

其次，特斯联利用TacOS对AIoT软硬资源的统一调度，打通套装式工具组件、应用组件的技术特征，承载TO G/TO B领域PaaS+SaaS的业务模式，提供“数据+AI”的创新服务和用户赋能，让领先的AIoT技术通过人机交互被更多用户实时体验，让AI技术“看得见，摸得着”。

另外，生态体系是AI CITY的重要组成部分，一个城市的未来发展是面向多业务、多场景的，需要更多生态伙伴的产品和技术的加持。特斯联依托自身强大的生态能力，构建了AI CITY的完整产业生态体系。

最后，依托TacOS城市级AIoT操作系统，特斯联重点打造新科技、绿色低碳、新零售及新文旅为主体的新经济业务，通过新经济领域的业务创新和持续运营，助力城市长久的经济发展和生命活力。

总的来说，特斯联AI CITY通过科技与产业的结合，围绕TacOS操作系统的核心能力，从对城市空间的认知，到中枢运营平台的协同和决策，到组件化PaaS+SaaS服务驱动的智能单元敏捷落地，形成了对于未来认知城市的创新实践。

5.2 下一代城市级AIoT操作系统TacOS

如前所述，特斯联AI CITY是基于自研的全新下一代城市级AIoT操作系统TacOS所构建的未来认知城市的实践。在实战中打造的系统化的业务全流程能力和嵌入其中的数据智能，推动智慧城市市场全面展开和持续演化，使城市生态获得更强的认知能力，达成自学习、自修复和自主运营等高阶目标。

5.2.1 TacOS架构与核心能力

特斯联主张以认知运营平台夯实城市智慧应用的基础、支持城市认知能力的进阶。TacOS作为下一代认知运营平台，是特斯联AIoT技术与全场景深度融合并持续进化的CityOS，以万物智联、技术赋能、场景协同、应用共生、生态聚合为核心，提供新科技基础设施服务，为城市可持续发展和数字化转型提供持续动力，并通过自身的不断进化，持续创造价值。



TacOS技术架构:从设备端、云端、到核心层、PaaS层和SaaS层的全面能力

TacOS 架构基于云原生搭建，支持私有、公有及混合部署方式，主要包含 TacOS Core 和 TacOS 数字原生两部分。TacOS Core 继承 OS 体系架构，基于城市基础设施运营管理的需求，围绕场景内事件驱动，统一进行领域、资源的抽象建模；依托发布的智能孪生模型语言 STSL，进行孪生模型的深度刻画及关系描述，并将物模型与孪生模型合一，

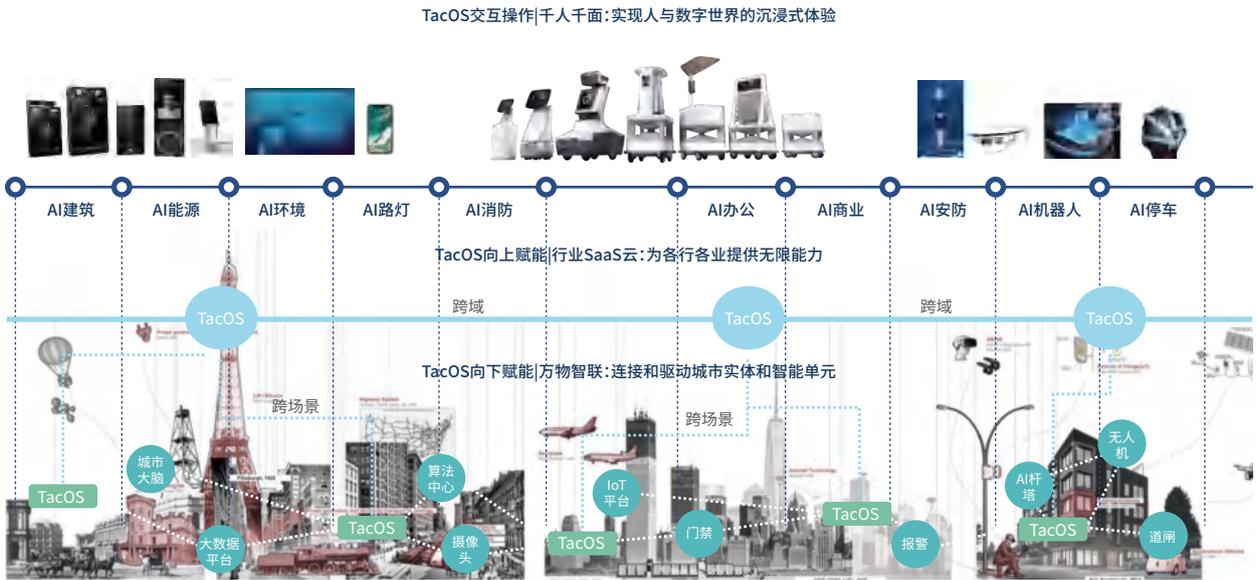
实现孪生城市的建立与 AIoT 设备的大规模接入；将中台服务能力 (APIs) 原子化、模块化，形成 PaaS 及 SaaS 的工具组件、应用组件，统一纳入组件仓库进行管理、提供服务，并通过 OS 底层的运行机制，使数据、AI、数字孪生等服务互联互通，支撑多场景的业务协同；通过控制面板的系统管理、资源调配和场景定义，将 APIs 和 Kernel 的能力围绕场景需求进行高效的组装。TacOS 数字原生搭载特斯联及生态的城市服务组件、AI 算法仓库、行业轻应用与主题套件、专题数据仓库等服务能力，以持续、敏捷的交付及 OTA 在线升级，支撑 AI CITY 场景应用的不断演进与持续改善。

对照认知城市的五个发展阶段，TacOS 已经或规划提供的平台类能力包括：

城市认知能力的发展阶段	运营平台需具备的相关能力特征	TacOS已经或规划提供的能力
体验推广期	<ul style="list-style-type: none"> 成熟场景的可重用方案 (SaaS) 通用操作系统(OS)能力 (PaaS)：设备接入管理、连接管理、安全管理、应用部署管理等 	<ul style="list-style-type: none"> 组合式的SaaS落地方案:TacOS能够基于SaaS应用组件库，根据客户需求快速灵活组装面向社区、园区、碳中和等行业及其子行业的场景应用方案。 AIoT操作系统的PaaS能力:TacOS对适配接入的不同种类的物联网和边缘设备进行分类管理，设备间通过规则引擎设置联动，设备运行的数据通过可视化的方式监控，以适应不同智能应用所需要的关键能力。
数据关联期	<ul style="list-style-type: none"> 数据治理和数据流自动化能力 及时整合和更新的数据目录 智能应用开发工具包、算法库等 	<ul style="list-style-type: none"> 数据治理能力:TacOS支持不同数据源的数据采集，统一存储管理。支持处理流数据和批量数据。 智能应用开发工具包:TacOS面向智能应用开发者提供数据开发和数据分析的能力，支持不同数据分析语言和环境进行数据处理，并以自定义BI报表的形式展示数据。
成熟运营期	<ul style="list-style-type: none"> 开发者平台 模型和数据运维能力平台 设备、智能组件和模块“即服务”集市化市场 	<ul style="list-style-type: none"> 模块化方案市场:TacOS支持集成第三方服务，包括数据，应用等服务。组件化、微服务治理的方式支持客户从底层能力到上层应用按需套装组合满足业务需求。
敏捷创新期	<ul style="list-style-type: none"> 开放的开发者平台 面向用户的服务界面 增强算力平台 增强网络连接 按使用的付费模式 	<ul style="list-style-type: none"> 开放的开发者平台:不同用户群体可以通过调用API或者安装SDK的方式，自行开展应用的开发，部署和远程升级。 多端融合的智能交互:TacOS支持移动端 (APP, 小程序)，移动端、PC端、智能交互屏、机器人等多类智能终端，为居民、企业和城市管理者提供跨场景的融合交互服务。 增强算力:平台可扩展，随业务量的增加，计算，存储，网络资源按需扩展增强。
智能认知期	<ul style="list-style-type: none"> 面向规划者的覆盖率和认知能力面板 面向用户的增强算力市场 	<ul style="list-style-type: none"> 可视化面板能力:TacOS提供可视化的控制面板能力，包含不限于BI报表，3D展示，数字孪生等方式，展示方案、数据及AI智能服务等覆盖面。

基于TacOS的开放架构和平台能力,主导和参与智慧城市建设的各方能够迅速推动解决方案的落地,并按需敏捷增减智能场景,降低设备层、数据层、算法层、平台层、应用层的异构技术的集成壁垒。无论是设备供应方还是软件应用开发方,都可以简化工作,专注于专业领域的功能扩展和能力进阶;同时,TacOS推行的解决方案组件的模块化和开放式的开发者平台,可以促成更多生态产品和技术引入,以及更多应用组件的开发与问世,进而形成产业的开放创新生态与广阔商业空间,多方面支持认知化城市的可持续运营。

5.2.2 TacOS核心价值



对于城市级别的认知化发展来说, TacOS能够有序集成各智能单元, 统筹城市各项任务管理, 具备以下重要价值:



全面立体的能力开放

TacOS纵向贯穿体验层、治理层、效率层和指导层, 向下兼容城市智能基础设施, 实现统一视图, 向上通过PaaS能力提供SaaS组件化服务, 实现敏捷的端到端落地, 并促成智能单元的相互协作。TacOS智能驱动分散空间向有机整体空间提供统一的数据、连接、网络、算力支持, 并通过开发者平台的开放, 构建创新生态体系。



持续进化, 越用越聪明

TacOS利用OS架构的先天优势, 基于容器技术实现系统和应用的OTA, 为持续的运营和升级改造提供可能性, 并能保持技术的领先性和业务的先进性。同时, TacOS具有良好的数据融合能力, 能通过SaaS业务的持续行化以及海量异构数据的管理运营, 产生更丰富、更有价值的场景业务。



实现认知智能的价值闭环

TacOS能够在城市甚至更大范围内汇集时空数据,并利用AI平台加以分析训练,实现智能单元和城市整体的自学习、自优化的双闭环。同时,TacOS通过内置的AI平台实现多种算法的调度,而不局限于算法系统本身的架构,并通过自身的衍化实现算法的调优和进阶。



全新的交互体验革命

TacOS融合多类智能终端,构建物理世界与数字世界的连接窗口,为不同用户提供跨场景、沉浸式、千人千面的交互体验,让技术复杂度在用户界面变得简单和友好,实现万物可感知、全员可操控、智慧可触碰,主张平民化创新。

随着未来城市群趋势的演进,操作系统的价值映现就更为突出,在越大的空间规模上,部署的智能单元数量越多,自我学习能力越强,通过认知产生的价值就能够普惠越多的产业和居民,形成良性的闭环,这也是TacOS赋能未来认知化城市的价值要义。

5.2.3 TacOS应用场景

1、结构化的城市场景组件

针对不断变化的城市场景业务需求及社会客群趋势,特斯联联合产业链上下游优秀生态,根据行业 know-how 定义城市空间场景组件(如场景中使用的客群、客群使用需求、场景创造价值、场景空间/位置、场景触点功能亮点、AIoT 设备、核心数据、AI 智能模型等),形成 AI CITY 技术场景、业务场景、价值场景三大类组件库,并依托 TacOS 的模块化、松耦合的服务架构,以及物联智控、数据智能、智能交互、生态融合的技术赋能,快速组装搭建城市场景解决方案,实现单一场景和复杂场景的一体化交付和持续升级。



2、垂直落地的SaaS服务

TacOS兼具面对开发者的PaaS平台服务和面对场景用户的SaaS服务能力,可以为构建未来认知城市的智能单元提供端到端的全栈式服务。目前重点在产业数智化升级、城市数智化治理、双碳智能化转型三个领域进行部署:

在产业数智化升级方面,特斯联依托自身在新经济领域的积累,通过TacOS提供端到端的数据整合分析和业务协同决策能力,实现线上线下一体化服务。如在直播新零售领域,通过TacOS实现实时直播数据的分析,可提供用户数据分析、商品数据分析;同时,TacOS未来可以实现跨域多场景的联动,并通过赋能的智能交互屏技术和虚拟人技术,实现7*24的在线直播互动。

在城市数智化治理方面,TacOS未来可以实现海量的物联网设备的接入和控制,实时了解城市各空间智能单元的状态,并通过数据决策分析对相应事件做出实时反应,联动各场景AIoT设备。如在园区防疫环境中,可通过TacOS连接的前端设备实时测量所有人员的防疫数据,如发现异常,通过TacOS大数据分析能力,使用方可以通过快速综合查询服务,快速查询人员轨迹,同时联动园区门禁、杆塔、场景AI交互屏、广播、通风系统等设备,进行相关防疫控制,并通过周边监控设备找到相关人员,联动机器人快速寻找目标。

在双碳智能化转型方面,TacOS接入双碳有关的AIoT终端产生的数据,并为城市双碳大脑、城市能源大脑、绿色低碳智能平台等的构建提供基础能力,包括节能算法、数据分析等。



特斯联组合式SaaS应用

在未知的领域,TacOS可通过自身的OTA进化,不断丰富SaaS服务,以组装式应用为城市未来的认知提供更多的能力和服务。

3、绿色低碳城市的样板实践

特斯联以“以人为本”、低碳可持续发展作为构筑未来城市的指导性原则，并集中体现在位于重庆、武汉、德阳的三个 AI CITY。其中，位于重庆（西部）科学城的光大人工智能产业基地 AI CITY，是特斯联主导设计、建设并参与运营的我国西部建设的重点项目之一，而 AI CITY 的绿色低碳先行区——重庆 AI PARK 则作为空间场景应用的示范基地。



重庆AI PARK外景

AI PARK 以 TacOS 作为操作系统，通过建设云端数字基础设施，实现 AI PARK 数字资源的整合及数据开放，可统筹管理园区的各类数智化场景解决方案。其中，AIoT 物联平台适配多种物联网通信协议，实现楼宇自控、安防监控、通行门禁、能源计量、机器人、杆塔等多种 AIoT 终端设备的接入与运行控制；以大数据治理能力实现园区各类数据的汇集、管理、分析、开发与数据服务，并结合 AI 算法舱的语音 /OCR/ 车辆 /

建筑节能等算法模型，实现“数据 +AI”的园区数智化治理，为园区运营方提供节能减排、降本增效等方面的数据智能支持，也为入驻企业提供基础数据及 AI 算法服务；以统一调度服务模块实现物联智控、大数据治理、AI 算法调度、GIS、流媒体以及楼控、通行、能源、机器人服务等标准化、模块化的原生及第三方生态服务（APIs、工具组件、应用组件等）的统一接入和管理，并通过开发者平台向外开放，实现原生服务与（开发者）生态的双向赋能；以应用管理能力支持原生及（开发者）生态 SaaS 应用的配置集成，并通过统一的用户服务界面实现应用的自由组合和多终端的千人千面交互，为园区运营方、入驻企业、员工、访客等带来数字孪生园区运营，“安消”一体化、能源碳中和、节能低碳智慧办公、机器人协同等跨场景的服务联动与业务协同。

另外，AI PARK 也是特斯联在新经济领域的创新示范。以新零售为例，AI PARK 基于 TacOS 构建了 AI 新零售云，并打造了线上线下的零售运营体系，通过直播电商、直播大数据、结算中心实现本地产品向全球的推广。同时，依托特斯联所打造的双碳大脑节能降碳解决方案，AI PARK 已实现碳排放观测与追踪。

可以说，TacOS 在 AI PARK 中的实践，已具备城市认知能力发展五个阶段的诸多特征，以 AIoT 技术及组件化 PaaS+SaaS 服务驱动的智能单元的敏捷落地，以开放生态及开发者平台促进园区可持续运营，也为理想化的认知城市运营平台的打造走出了一条可借鉴的道路。

关于IDC

国际数据公司 (IDC) 是在信息技术、电信行业和消费科技领域, 全球领先的专业的市场调查、咨询服务及会展活动提供商。IDC 帮助 IT 专业人士、业务主管和投资机构制定以事实为基础的技术采购决策和业务发展战略。IDC 在全球拥有超过 1100 名分析师, 他们针对 110 多个国家的技术和行业发展机遇和趋势, 提供全球化、区域性和本地化的专业意见。在IDC 超过 50 年的发展历史中, 众多企业客户借助 IDC 的战略分析实现了其关键业务目标。IDC 是 IDG 旗下子公司, IDG 是全球领先的媒体出版, 会展服务及研究咨询公司。

IDC China

IDC中国(北京): 中国北京市东城区北三环东路36号环球贸易中心E座901室

邮编: 100013

+86.10.5889.1666

Twitter: @IDC

idc-community.com

www.idc.com

版权声明

凡是在广告、新闻发布稿或促销材料中使用 IDC 信息或提及 IDC 都需要预先获得 IDC 的书面许可。如需获取许可，请致信 gms@idc.com。翻译或本地化本文档需要 IDC 额外的许可。获取更多信息请访问 www.idc.com，获取更多有关 IDC GMS 信息，请访问 <https://www.idc.com/prod-serv/custom-solutions>。

版权所有 2021 IDC。未经许可，不得复制。保留所有权利。

