

数字化 - 智慧城市群建设的核心引擎

西门子股份公司

一、引言

随着经济全球化和区域经济一体化趋势的不断加速发展，城市的竞争不再是行政区划内单个城市之间的竞争，而是城市将作为一个更广泛的主体，在更为广阔的空间和形式上参与到全球化的进程中来。中国城市化进程也在不断加快，许多城市正经历深刻变革。从京津冀协同发展、长江三角洲、到粤港澳大湾区，城市群正在蓬勃发展。城市之间共享资源、对彼此开放市场，并优势互补，以实现共同繁荣和可持续发展。

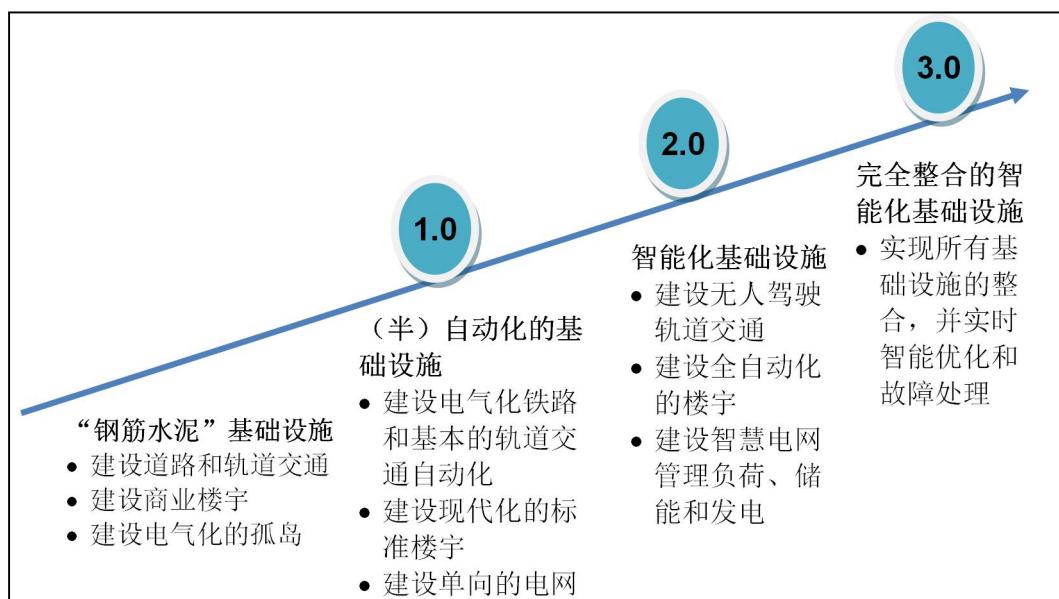
国务院印发的《国家新型城镇化规划（2014~2020年）》中，智慧城市被正式纳入规划。规划明确要求要推进智慧城市建设，统筹利用城市发展的物质资源、信息资源和智力资源，推动物联网、云计算、大数据等新一代信息技术创新应用。而在2016年底出台的《“十三五”国家信息化规划》中，则首次提出了智慧城市群的概念，明确提出了特大型城市要对标世界先进城市，建设智慧城市群的要求。智慧城市群的发展，意味着未来人们可以享受跨越城市的便捷服务和幸福生活。当然，这个宏伟目标的实现需要各个方面广泛的支持，如智能基础设施，包括互联的交通网络、智能楼宇、可持续的能源，以及智能制造数字化工厂。

但是智慧城市群的实现不能仅仅依靠技术。更为重要的是，城市之间需要在制定发展规划方面更好地协同，通过共享信息，并消除各种市场和机制上的壁垒，让资本、劳动力和信息等要素能够在区域内自由流动。

二、国际城市群的发展趋势

伴随着工业化过程，与全球城市化进程相关的城市基础设施发展也经历了四个阶段（图1）：

图 1 城市基础设施发展的四个阶段



- 初始阶段——“钢筋水泥”基础设施：在初始阶段，城市致力于为最早的市民提供最基础的服务；

- **第一阶段——（半）自动化的基础设施：**当城市变得更加受欢迎和拥挤的时候，城市就开始产生了提高基础设施效率的需求，因此诞生了基础设施自动化的观念；
- **第二阶段——智慧基础设施：**此时，生产力、效率和舒适度成为决定一个城市竞争力的关键要素，更高级的基础设施智能化产生了，发达国家的大多数城市处于这个阶段；
- **第三阶段——完全整合的智慧基础设施：**未来，打破各基础设施之间的樊笼就成为提高已建成基础设施效率和产能的关键——采用最新的ICT技术整合整个城市的运营成为趋势。

城市群的形成是城市化向区域集聚的一个重要表现，也是一个人文、自然、产业持续演化的过程。以“湾区”为例，作为城市群的一个典型表现形式，汇聚着全球经济总量的60%。75%的大城市、70%的工业资本和人口都集中在大陆海岸线100公里纵深的区域内¹，形成“湾区”特征显著的经济地理形态。放眼全球，“湾区”已经成为世界经济发展的重要增长极，更是国际竞争力尤其是创新能力的新载体。

2019年2月，《粤港澳大湾区发展规划纲要》正式出台。目标到2022年能够显著提升粤港澳大湾区的综合竞争力，深入加强粤港澳间的广泛合作，进一步提升区域内生发展的动力。这标志着未来另一个活力充沛、创新发展、产业优化、资源高效、环境优美的国际一流湾区和世界级城市群框架正在逐步形成。与世界其他湾区相比，粤港澳大湾区有着制度多样性和资源互补性等特征。同时，粤港澳大湾区的占地面积、常住人口、经济增长速度和港口

¹ 数据来源：世界银行

吞吐量均超过其他三大湾区。毗邻港澳的独特优势，也能充分利用香港成熟的市场经济和国际金融中心地位。粤港澳大湾区如何参考其他发达“湾区”发展的成功经验，并发挥自身优势，探索“中国模式”的湾区发展路径，也能够为中国其他城市群的发展提供有益的借鉴。

表 1 世界四大湾区规划和关键指标（基于 2016 年统计数据）²

指标	东京湾区	纽约湾区	旧金山湾区	粤港澳大湾区
占地面积（万平方公里）	3.67	3.45	1.74	5.65
常住人口（万人）	4,383	2,370	768	6,765
GDP（万亿美元）	1.86	1.83	0.82	1.38
人均 GDP（万美元）	4.24	7.72	10.53	2.04
第三产业比重	82.3%	89.4%	82.8%	62.2%
主导产业	汽车、石化等	金融服务、房地产、医疗保健	科技创新、专业服务	科技创新、金融服务、制造业

可以说，纽约湾区、旧金山湾区、东京湾区等全球一流湾区（表 1）过去几十年的发展经验，将能够给我国城市群的建设，特别是长江三角洲和珠江三角洲城市群的发展带来有益的借鉴与思考。

■ 提供更为互联和高效的基础设施网络

² 德勤《从“世界工厂”到“世界级湾区”粤港澳大湾区发展报告》，2018年2月

完善的基础设施是城市群协同发展的一个重要支撑。大城市都无一例外地面临着巨大的交通压力。提高交通效率，实现乘客及货物在城市内及城际间高效流动，减少排放，无疑是宜业宜居的关键。传统的以化石能源为主的能源供应、单向的输配电网和用电量在时间上的不平衡（峰谷差）是能源系统效率损失、环境污染大的主要原因。未来开发分布式可再生/清洁能源、采用双向电网络平衡用电是未来智慧城市群建设的发展方向。以旧金山湾区为例，其遵循可持续发展的规划原则，综合考虑湾区的交通、居住、产业、环境等一系列因素，通过建立完善的轨道交通网络，增强了湾区中心城市的人口和产业的集聚效应，使其成为最具国际竞争力的宜居和宜业区域。

- **持续优化和不断升级的产业结构**

产业是城市发展的动力和基础，是城市正常运转的关键支撑。对于城市群而言，产业的持续发展和不断升级也起着至关重要的作用。正是在产业不断发展、更新和迭代的过程中，先进生产要素、资源和优秀人才向城市群聚集。而且，产业一旦形成规模，将产生集聚效应，不仅能加快集聚更多优质的外部资源，还能促进内在新兴产业的快速发展。以东京湾区为例，过去上百年时间里，东京向西发展出京滨工业地带，向东发展出京叶工业地带。这里集中了包括钢铁、有色冶金、炼油、石化、机械、电子、汽车、造船、现代物流等产业，成为全球最大的工业产业地带；还包括了金融、研发、文化和大型娱乐设施和大型商业设施等，成为世界有名的金融中心、研发中心、娱乐中心和消费中心。

- **不断开放的政策和协调管理机制**

由于城市群的规划是典型的跨行政区域管理，区域协同发展是客观需求，单靠某一个政府或某一个部门的强制推行是远远不够的。没有良好的协调机制，单靠自发形成的城市联盟往往会变得松散而缺乏竞争力。为适应协同发展的要求，政府间的协同工作机制非常必要。如日本政府就颁布了《首都圈整备法》等法律法规推动东京都市圈规划发展，旧金山湾区建立湾区政府协会、大都会交通委员会等专门协调机构。以纽约湾区为例，由“第三部门”主导的跨行政区域的统筹协调起到了非常重要的作用，如纽约区域规划协会（简称 RPA，成立于 1922 年）。

三、我国智慧城市群发展的关键挑战

根据上述城市基础设施发展阶段的分析，大多数中国城市目前还处在第一阶段：即城市 1.0 - 重点聚焦于提供基本的（半）自动化基础设施，以应对人口和经济快速增长的需求。在智慧城市建设方面，我国也做了很多有益的尝试。《国家新型城镇化规划（2014~2020 年）》明确要求要推进智慧城市建设，统筹城市发展的物质资源、信息资源和智力资源利用，推动物联网、云计算、大数据等新一代信息技术创新应用。目前，我国也形成了超过 500 个智慧城市试点，计划投资超过万亿元。如果说过去谈到的智慧城市建设，更多地是单个城市孤立来考虑，彼此之间缺乏协调，那么未来，我们需要从更大的格局上开展智慧城市群的统筹规划和协同布局，突出协同效应。

基于过去几十年快速城市化的经验和教训，我们认为中国目前智慧城市群的发展主要面临以下挑战：

1) 如何同步应对并解决已有的“大城市病”问题？

由于中国早年的城市化率较低，“欠账”较多，在经过最近几年突进式的城市建设或“造城”运动之后，很多城市的基础设施和城市管理水平没有跟上，一系列“大城市病”开始显现，如普遍的交通拥堵、空气和噪声污染、能源和水资源短缺、高消耗和废物处理等现象。如果按照目前的发展方式，智慧城市群的建设将很难持续，也无法为经济和社会的高质量发展创造一个有利的环境。

2) 如何完善城市群中不同城市的分工，实现产业资源的优化配置与互补？

城市群的发展不等同于单个独立城市的简单叠加，而是需要不同城市内在功能的有机联系和更为密切的产业分工，避免资源的重复利用，实现优势互补和效益最大化。我国的城市群在过去的建设，特别是产业发展的过程中，由于过于重视体量的目标，缺乏对产业配套、产业链延伸、转移等要素的综合考量，以及紧密的分工协作，造成了产业结构雷同、同质化竞争和不均衡发展等问题。

3) 如何打破“信息孤岛”，解决各区域和机构之间的数据不透明？

建设智慧城市，打造智慧城市群的关键是数据和信息的可用性和透明度。目前国内大多数智慧城市的建设仍然采用的是传统信息化建设的模式，没有实现各个系统之间数据的互联互通，信息流和数据流在不同领域、不同部门间流通时仍然存在一定的壁垒。这也造成了智慧城市建设目前“重建设、轻应用”和“顶层设计千篇一律”的问题。

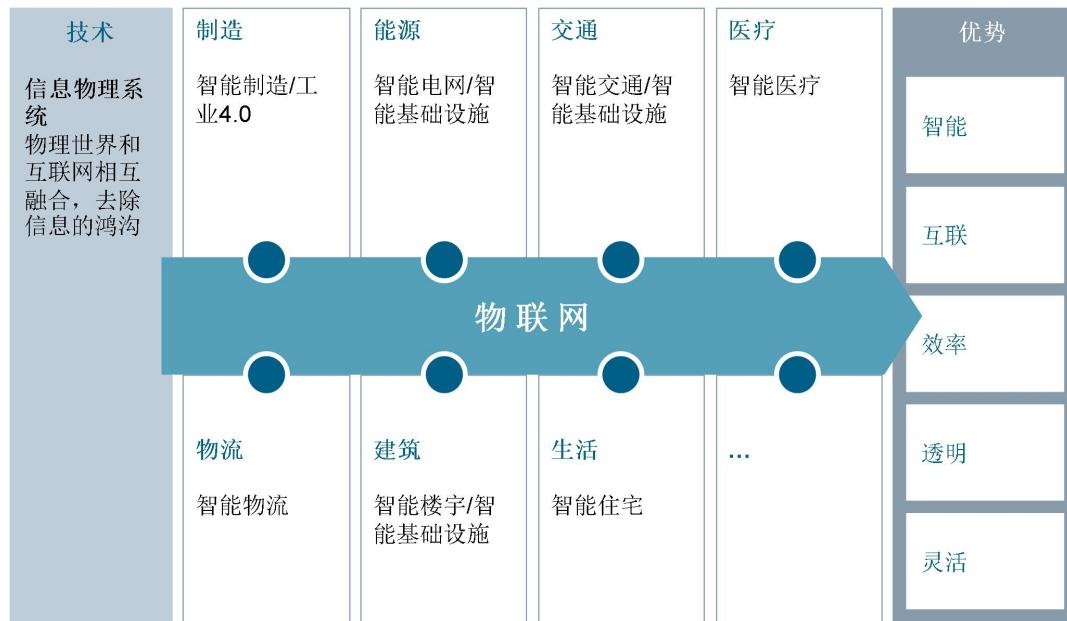
4) 如何通过理顺体制机制，弥补地域、资源和发展阶段的差异与不平衡性？

城市群本身的发展是长期历史形成的，会自发跨越城市已有的行政区划范围，由于其地域、资源的内生关联和协同关系，特别是需要跨区域协调时，很难单靠几道行政命令就将不同城市融合在一起。另外，在城市群中不同城市也处在不同的发展阶段，如何发挥中心城市的辐射和带动作用，推进群内其他城市的发展，使其优势资源成为整个城市群的重要功能组成部分，也是中国城市群建设需要考虑的问题。

四、数字化：未来智慧城市群发展的核心引擎

毫无疑问，要实现智慧城市群这一发展愿景充满挑战，但却值得我们共同努力。一个关键因素是从数据中能够产生价值，可以让城市基础设施的效率和能力，以及城市的管理水平达到新的高度。在物联网技术、5G 网络通信技术、传感器和自动化控制系统的支持下，智能基础设施通过采集、分析相关的城市数据（涵盖制造、能源、交通、物流、医疗、建筑、生活等领域），可以针对城市中不同的事件提供更为自动、及时和高效的反应（如图 2 所示）。当上述各个基础设施领域的关键要素能够实现高效整合的情况下，城市管理者有条件根据外部环境的实时变化做出最优化的响应行动，进一步为政府各部门的重要决策提供依据，使城市的管理机制和执行过程更为智能、互联、高效、透明和灵活。

图 2 数字化驱动下的智慧城市发展



近年来，数字化技术在各个行业的应用取得了突飞猛进的进展，互联网领域的下一次变革必将从消费领域转移到城市和工业领域，让智慧城市群的发展愿景成为可能。有鉴于此，我们建议根据中国的实际情况，采用全新的数字化理念和技术支持中国的智慧城市群建设，实现从城市 1.0 到城市 3.0 的跨越式发展：

1) 加快高效、互联、全面整合的智能化基础设施网络的构建，通过挖掘“数据”潜力，建立智慧城市数字化平台，量身定制“关键应用”，包括多模联运的立体交通体系，以及坚强、可靠、韧性的能源供应与消费网络，使跨越城市的基础设施共享和效率提升成为可能。

由公路、铁路、航路、输配电、天然气、给排水、通信等体系所组成的区域一体化基础设施网络，构成了城市群内部各个单体城市之间的资源连接

骨架。实现城市的协同发展首先要保证基础设施的互联互通。越为高效、互联的基础设施网络，更够让人流、物流、能量流和资金流在各个城市之间更为方便、快捷的交互，从而使城市群内各个城市之间的联系更加协同紧密，相互促进。数字化技术驱动的智能基础设施还能增强城市的韧性，面对自然灾害或突发事件时可以提供更为快速、合理和优化的响应，最大化降低给城市带来的损失。和建设一座全新的智慧城市相比，通过传感技术和自动化控制技术的应用，大多数城市还能够进一步更新并改造现有的传统基础设施，以更快速和集约地获得上述收益，这将极大地降低城市转型和城市更新的成本。

辐射区域的“智慧城市数字化平台”旨在以开放、交互、完整的视角应对城市或城市群发展过程中所面临的问题和挑战，从数字化的角度提供相应的定制化解决之道。以中新广州知识城（以下简称知识城）为例，位于粤港澳大湾区的核心地带，知识城目标打造成为一个充满活力的城市中心，以吸引全球知识经济领域的各类人才，并预计在未来 15 至 20 年内拥有 50 万人口。在这样的发展目标和定位下，数字化就成为了知识城在进行项目规划和建设过程中一个很重要的话题。通过打造“智慧城市数字化平台”的概念，知识城将结合项目自身资源禀赋、开发进度和产业导入情况，分期实施数字化战略，通过定制化的软件开发和数字化服务提升城市精细化管理水平，促进园区数字化产业的发展，结合自身定位，进一步为粤港澳大湾区的建设提供配套服务。

如图3所示，“智慧城市数字化平台”通过搭建基于云平台、开放式的城市物联网平台，在保障安全性的前提下，力求打通底层各个城市资产和现场设备的数据，结合部门管理需求逐步形成分类完善、内容齐全的城市数据库。通过可共享的数据资源和开放性的数字化开发环境，行业知名领先企业或区域内的中小微企业可以根据自身优势和园区特点，在平台上定制化开发各类用于城市精细化管理的行业数字化应用，如能源管理、智慧停车、电动共享汽车、环境质量管理等。“智慧城市数字化平台”能够显著降低区域内中小微企业进行智慧城市数字化创新的门槛，在逐步提升城市运营和管理效率的同时，进一步孵化、推动当地数字化产业的发展，以市场化的方式为智慧城市的建设添砖加瓦。

图3 “智慧城市数字化平台”框架



可嫁接在“智慧城市数字化平台”上的行业应用千差万别，这里实施的关键是侧重城市的实际收益，结合城市管理痛点和经济效益评估，筛选出适合城市自身发展的“关键应用”集，并确定其轻重缓急，分步实施。以下

是在“智慧城市数字化平台”基础上，可拓展和应用在城市各个领域的纵向行业数字化应用案例：

- **空气质量管理数字化解决方案（CyAM）**

CyAM 是一款基于云平台部署的软件套件，具有仪表盘，可监测城市各处传感器上的空气质量实时信息，并预测未来三到五天的数值，以及 5-10 年中远期的规划效果评估。这些空气质量预测是利用人工神经网络，结合空气质量以及天气和交通模式的历史和当前数据，在算法的帮助下进行的。然后，城市管理者可以利用这些数据和数据库中潜在解决方案措施的组合，得出近、中、远期具体的行动建议组合，最大限度地避免短期内为减少空气污染所采取的粗放式管理手段对经济发展所带来的负面影响。目前，空气质量管理数字化解决方案正在中新广州知识城进行试点。

- **智能交通综合管理平台**

以珠海智能交通综合管理平台为例，这是目前中国城市中首个将绿色交通理念与交通管理有机结合的综合平台，为缓解城市拥堵开出了一剂数字化良方。该体系依托多源交通数据信息的支持，利用动态交通数据资源，分析交通运行状态，指导交通发展方向，能够为决策者提供可监测、可报告和可核查的依据，为市民提供最高效的出行选择。对于普通市民而言，平台网站和 APP 上汇集了各种交通服务信息，可以随时随地查询市内出行路线、实时路况信息，以及自行车租赁点、加油站、停车场、汽车维修点和驾校等服务信息。未来，平台还将实现定制信息、网上支付等更加便民的服务，同时，

还可以实现交通状况预测，帮助应对突发情况，譬如极端天气、大型社会活动以及突发事故等。

- 智能微网应用

位于慕尼黑的虚拟电厂应用可以将供电端和需求侧的负荷更为高效地整合，通过整合一些小型的发电装置，可以集中发挥一座大型电厂的作用，克服单一发电设施发电量不稳定的问题。慕尼黑电力公司整合的这座虚拟电厂总装机容量超过了 20,000 千瓦，包括其自有的伊萨河水电站、五座热电联产电厂、一座风电场、一座光伏电站和几台备用柴油发电机。最小的发电设备的产能仅为 30 千瓦时。通过分布式能源管理系统的应用，慕尼黑虚拟电厂可精确处理天气数据、最新的电价信息和用户需求数据，然后每小时为组成虚拟电厂的发电设施生成预测数据和生产计划，在提高区域能源利用效率的同时为城市创造更高的价值。

通过上述案例的分析，我们相信基于中新广州知识城打造的“智慧城市数字化平台”能够为其智能化基础设施建设起到有力支撑，进一步提高精细度管理水平，为粤港澳大湾区的建设发挥积极的作用。同样，只要抓住不同区域和城市的发展特征，注重实际效益，结合“智慧城市数字化平台”的建设因地制宜进行纵向行业应用的定制化开发，一定能为其他智慧城市群的建设和发展提供有益的借鉴。

2) 通过数字化技术推动行业智能制造的发展，依托各区域的资源优势，发挥现有制造业的优势，并围绕战略新兴产业打造数字化生态圈，实现产业的创新和协同发展，为智慧城市群的建设和产业发展持续赋能。

工业 4.0 是工业软件、自动化、互联网、通信和物联网等技术的快速发展并与工业行业深度融合的产物，是互联网经济向更高更深层次推进的体现，能够满足不同行业多样性和快速变化的需求，帮助企业提高竞争力，适应市场变化。鉴于其高投入和资本密集度等特征，在区域层面建立共享的智能制造创新中心和公共服务平台就不失为一项加快产业创新研发、产业孵化和协同发展有效手段。

具体而言，智能制造创新中心和公共服务平台旨在依托西门子等优秀企业在全球智能制造与工业互联网领域领先的技术能力和专家资源，结合当地的产业特征和服务水平，共同针对当地智能制造的共性问题进行创新技术研发，共同打造与培育服务于当地制造业的工业互联网平台与公共服务平台，共建具有专业特色的人才培养平台，以提升大型企业智能制造创新与应用水平，加快中小企业工业互联网应用普及，降低其应用数字化技术的门槛，促进区域上下游企业的汇聚与产业集群打造，有助于加速现有产业的转型升级和资源的有效配置，促进城市群的经济可持续发展。

3) 秉承“开放”的理念，建立多方合作与协调的管理机制，通过政策引导、市场运作，逐渐突破已有的行政区划、部门壁垒，在保障数据安全性的前提下实现数据和信息的互通与共享，进一步为产业发展和基础设施建设提供有力支撑。

“开放”，是城市可持续发展恒久不变的主题，包括政策、制度、技术和数据的公开性、灵活性和共享性。世界上所有成功城市群（如三大湾区）的发展与壮大，都是在开放的环境中发生的。我国在未来智慧城市群的建设中应通过体制机制创新，充分考虑社会资源的优化配置和公共服务的均等化，

逐步实现各种资源的共享。另外，在打破“信息孤岛”的问题上，我们也应该充分利用法律法规、标准规划、技术手段等多维度措施，充分整合政府和社会数据，提升城市间协同运用大数据的水平。因此，智慧城市群的建设需要在数据管理平台上实现互联互通，再结合各个城市的实际问题和痛点，加快“关键应用”的开发，通过标准衔接各个子系统，进而减少重复建设、提高城市管理效率以及市民体验。