

城市 **一张网** 研究报告

(2023年)



编写委员会（排名不分先后）

主编：

单志广、危 峰

编委：

刘 殷、张延强、赵浩鸿、徐凌验、常苗苗、于凤霞、关乐宁
王丹丹、戴 彧、张 岳、宋心荣
张 威、侯方明、晋全福、卢春辉、张保辉、谢乐权、刘灵芝
王 磊、杨 名、吕敬华、陈 叶、李鹏辉、张 凯、康鹏龙

特别鸣谢：

武 刚、叶永忠、杨 优、付 哲、陈思湛、韩 晶、林敬扬
王继浩、梁 耀、王 伟、马军锋

主编单位：

国家信息中心
华为技术有限公司



张宏科

党的二十大报告指出，要加快建设数字中国、网络强国。数字中国建设是数字时代推进中国式现代化的重要引擎，智慧城市作为数字中国建设的重要载体和基础单位，需要高质量城市网络的支撑。国家和各地方政府陆续出台了一系列相关政策文件，要为智慧城市打造高质量网络底座，打通经济社会发展的信息“大动脉”，满足各类用户和多样化业务对网络的多维度、差异化服务能力和质量的需求。

城市网络的发展既带来机遇也带来挑战。城市网络需要作为一个完整体系进行统筹规划，推进异构网络从简单互联向深度融合演进，提升网络利用率和传输效率；城市网络需要满足用户对网络功能和性能的高度智能需求，具备更加灵活和易扩展的网络承载能力，更快更高效地匹配多样化业务诉求，逐步走向网络自智。

本文阐述了“城市一张网”的理念、方法和实践，强调要尊重城市发展规律，面向未来，以城市发展战略为指引，以“牛鼻子”业务为驱动，制定城市网络顶层规划，推进一张蓝图绘到底，并逐步向智能化演进，为城市治理、经济发展、民生服务、创新引领等提供强大的运力保障。

深刻理解“城市一张网”的内涵和价值，各个领域携手同行，分工协作，对共同推动城市网络的顶层规划、机制创新、方案创新有重要意义；同时，以城市复杂多变的网络环境和关键业务场景为牵引，持续加强核心技术创新，向集聚系统性、原创性的网络体系技术寻求突破，将推动我国从网络大国向网络强国迈进。



中国工程院院士
北京交通大学教授

单志广

党的二十大报告提出，要加快建设网络强国、数字中国，提高城市规划、建设、治理水平，打造宜居、韧性、智慧城市。国家“十四五”规划纲要指出要科技赋能，运用数字技术推动城市管理手段、管理模式、管理理念创新，不断提升城市治理科学化精细化智能化水平。作为新一代信息技术与城市发展战略深度融合的产物，智慧城市是各地落实数字中国战略的综合载体，也是统筹推进新型城镇化、提升城市治理水平、提高公共服务质量、发展数字经济的重要途径。

经过多年的发展，我国智慧城市建设取得了显著成效，涌现了“一网通办”“一网统管”“一网协同”等一批特色亮点和创新应用。随着 5G、大数据、云计算、区块链、人工智能等新一代信息技术的加速集成与创新应用，经济社会发生了系统性变革，新产业、新业态、新模式不断涌现，推动智慧城市逐渐迈向“四全四度”新阶段，即，全域感知，提高态势感知的“精度”；全数汇聚，提升数据聚合的“广度”；全景融合，增强整合共享的“力度”；全维赋智，拓展知识赋能的“深度”。既展现了智慧城市协调城市治理的“五脏六腑”，促进实现跨层级、跨地域、跨系统、跨部门、跨业务协同管理和服务的建设成效；也体现了深化智慧城市建设需要构建城市一张网，打破信息孤岛和数据分割的“七经八脉”，推动技术融合、业务融合、数据融合，打通经济社会发展的信息“大动脉”的现实需求。

构建城市一张网是智慧城市一体化发展的必由之路。随着智慧城市建设深入，城市人、机、物等各要素从基础联接升级到大联接、大计算、大数据、大应用、大安全，数据量、计算资源消耗呈指数级增长，实现物理城市与数字孪生城市相互映射融合、人机交互、敏态协同，对城市光网、政务网络、物联网、算力网、视频网络等异构网络接入服务能力、网络承载能力提出了新的要求。城市网络是联接物理城市和数字孪生城市的纽带，是智慧城市发展的关键基石底座和数字运力中枢，需要以系统方法论科学开展顶层设计和整体布局，实现城市网络从离散化的烟囱式建网，向集约化建设、服务化运营转变，驱动城市网络走向城市一张网。

为推动城市一张网从理念向实践转变，加快构建新型城市网络体系，推进城市网络集约化、整体化建设和资源的共享共用，国家信息中心和华为技术有限公司联合开展了城市一张网研究。结合智慧城市发展趋势和信息网络设施政策导向，详细分析了数字经济、数字政府、数字社会领域应用创新对网络的需求，提出了城市一张网的发展理念、内涵特征、参考架构、建设运营模式和实施路径，梳理了深圳、南京、中山等城市网络建设实践。本研究历时近一年，先后深入十余个先进城市走访调研，举办了近十场研讨会，50余个城市专家学者及城市网络技术专家参与研讨，最终形成该报告，旨在为城市管理者规划、建设、运营城市网络基础设施提供建设性参考，对智慧城市业务的规划落地也有可鉴之处。

城市一张网既是落实数字中国战略、打通数字基础设施大动脉的创新理念，也是深化智慧城市建设、推动城市高质量发展的生动实践。希望通过城市一张网研究，能够为智慧城市网络的规划、建设与运营提供扎实的理论基础和创新性解决方案，形成由政府引导、政企合作、多方参与、专业运营的城市一张网价值生态，有效推进网络提速提质，提升智慧城市建设成效、助力城市高质量发展。



国家信息中心信息化和产业发展部主任
国家信息中心智慧城市发展研究中心主任

目录/CONTENTS

01

城市网络走向城市“一张网” 01

- 1.1 智慧城市向“四全四度”迈入 02
- 1.2 城市网络发展的政策导向 04
- 1.3 智慧城市业务对城市网络的诉求 07
- 1.4 城市网络走向城市一张网 16

02

城市一张网的愿景和架构 18

- 2.1 城市一张网愿景 19
- 2.2 “二元六维”原则 20
- 2.3 参考架构 23

03

城市一张网的“1平台” 25

- 3.1 服务运营平台 27
- 3.2 网络运维平台 28
- 3.3 网络驾驶舱底座 29
- 3.4 加速网络智能化 32

04

城市一张网的“3虚拟网” 34

- 4.1 数字政府虚拟网 36
- 4.2 数字经济虚拟网 38
- 4.3 数字社会虚拟网 39

05

城市一张网的“N物理网” 41

- 5.1 城市光网 42
- 5.2 政务外网 44
- 5.3 算力直连网 52
- 5.4 物联承载网 55

06

城市一张网的进一步思考 58

- 6.1 增强对城市一张网的系统认知 59
- 6.2 走向城市一张网的三大关键点 61

07

城市实践 63

- 7.1 深圳：“政务一张网”使能全球数字先锋城市 64
- 7.2 南京：引领城运一张网实践新示范 66
- 7.3 昆明：首创“城市运营商”模式，做智慧昆明的开路者 68
- 7.4 中山：政务一张网，全市统筹，“八个统一” 70
- 7.5 北京经开区：光织成网，智慧亦庄 74
- 7.6 深圳龙岗：打造全光智慧城市新范本 75

08

结语 77



01 城市网络走向 城市一张网

1.1 智慧城市向 “四全四度” 迈入



城市是经济社会发展和人民生产生活的重要载体，智慧城市作为新一代信息技术与新型城镇化发展战略深度融合的城市新模式，是提升城市运行管理和公共服务水平、提高城市居民幸福感和满意度的重要途径。党的二十大报告中明确了“打造宜居、韧性、智慧城市”的目标。

《中华人民共和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》提出“分级分类推进新型智慧城市建设”，为智慧城市建设指明重要路径。中共中央、国务院印发《数字中国建设整体布局规划》提出“以数字化驱动生产生活和治理方式变革”，为智慧城市发展提供了价值指引。

智慧城市作为数字中国建设的重要载体和基础单位，通过大数据、云计算、人工智能等新一代信息通信技术在城市经济社会发展各领域的融合应用，有效整合各类城市管理系统，实现城市各系统间信息资源共享和业务协同。智慧城市由物理设施、数字空间和社会人文生态组成，是物理世界与数字世界相互映射、协同交互的城市新形态，通过运用通信连接、数据、智能等多种技术手段，实现对城市实时动态的感知、分析、协调，并能对城市治理和公共服务等作出智能响应，实现城市的健康运行和可持续发展。

建设智慧城市是转变城市发展方式、提升城市发展质量的客观要求。通过建设智慧城市，及时传递、整合、交流、使用城市经济、文化、公共资源、管理服务、市民生活、生态环境等各类信息，提高物与物、物与人、人与人的

互联互通、全面感知和利用信息能力，极大提高政府管理和服务的能力，提升人民群众的物质和文化生活水平，让城市发展更全面、更协调、更可持续，城市生活变得更健康、更和谐、更美好。

我国自开展智慧城市建设以来大致经历了三个阶段：

第一阶段：技术驱动。这一阶段源于国家信息化发展战略，以“电子政务”建设为排头兵，强调从技术本身解决城市的信息化问题，推动传统线下政务走向线上，如政府办公自动化、政府实时信息发布、各级政府间的远程视频会议、公民网上查询政府信息、电子化民意调查和社会经济统计等。

第二阶段：业务驱动。这一阶段是通过信息技术在具体业务中的应用，提升政务服务能力和公共服务能力，例如智慧医疗、智慧教育等业务。相对于第一阶段信息上网，这一阶段进一步实现了服务在线，但各类信息化应用往往是单点孤立、分散割裂。

第三阶段：场景驱动。这一阶段的智慧城市以系统性的角度，基于以人为本的理念，以用户为中心推动流程重构，将各类事项以场景为驱动进行整合，如一网通办（高效办成一件事）、一网统管（高效处置一件事）等。同时城市越来越具备“有机体”的特性，人、机、物等各要素之间能够无缝连接与协同联动，城市能够实现智能化的自感知、自适应、自优化。

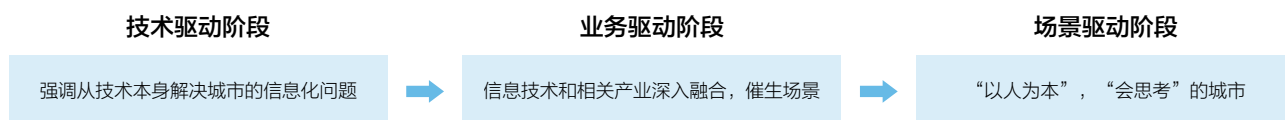


图 1-1：我国智慧城市发展的三个阶段

总的来看，随着互联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等新一代信息技术的不断创新和深度应用，智慧城市正在加速从单一物理时空转向社会、网络等多维时空融合转变，网络互联、数据融合、信息共享、业务协同的程度不断深化。新时期，智慧城市的发展将逐步向“四全四度”迈入。

一是全域感知，提高态势感知的“精度”。数据作为基础性和战略性资源，成为新的生产要素和重要的生产力。智能联接作为数据在智慧城市中自然流动的重要因素，构建无处不在的联接能力，使人、机、物等各要素在各种应用场景下接入网络进行通信。未来，城市将通过部署传感器，实现对城市运行态势的全方位动态感知，对城市运行相关人、事、物实现全过程、全时段、全方位的监管。例如：城市环境监测，通过布署空气、降尘、噪声、水质等传感器，精准掌握环境数据，支撑环境预测预警；城市管理领域，将市政道路管养、环卫车辆、洒水车、桥梁监测、窨井盖、路灯等多种城市部件安装传感器等物联网设备，打造城市管理部門的“耳”和“眼睛”，全面提升城市精细化管理水平。

二是全数汇聚，提升数据聚合的“广度”。通过更加便捷的接入方式，接入种类更加齐全、更加丰富和优质的数据资源，全量汇聚城市政务、感知、互联网以及IOT视频类等数据，实现数据聚合的全方位和广覆盖，为智慧城市各领域创新应用提供有力的数据支撑。

三是全景融合，增强整合共享的“力度”。通过建立完善的资源应用共享机制，实现数据的汇聚、共享和共治。站在城市或政府部門管理者角度，基于跨部门数据，构建城市运行“一张图”，实现各领域市域治理的全景呈现，各领域政府部門间上下贯通、信息共享、业务协同，最大化的促进服务和管理效能的提升。同时，通过体制机制和先进信息技术的双轮驱动，对各委办局的数据接入、数据更新、数据质量等情况进行闭环问效和流程优化，促使各部门按要求主动汇聚和更新数据资产，做到数据“落得下，管得住，用得好”，有效提升全场景数据整合、融合和共享的力度。

四是全维赋智，拓展知识赋能的“深度”。面向智慧城市全流程监管、全过程溯源、全业务协同等各类应用场景应用，基于各种各样的人工智能算法模型，进行数据挖掘和知识发现，再通过这些知识赋能的方式，帮助城市管理者更好地解决各类城市治理中遇到的问题，实现分析研判、辅助决策，监测预警、防范风险，联动指挥、行政问效，并逐步形成深度、闭环、高效的现代化城市治理体系。

智慧城市需要高质量城市网络的支撑。智慧城市的发展显现出融合化、协同化和创新化的特征，数字技术正加速从消费领域向生产制造、社会服务、政府治理等领域渗透，4K/8K、AR/VR 等高质量视频应用、物联网 IoT 海量连接场景以及智能制造、智慧港口、智慧矿山、自动驾驶、全息通信、感知交互等各类复杂应用场景层出不穷。城市网络作为智慧城市物理世界与数字世界的联接桥梁，是实现无处不在的联接、泛在全域感知、多元场景协同、数实交互融合等智慧城市能力的基础和关键，需要具备智慧化能力，满足各类用户和多样化的业务对网络多维度差异化服务能力和质量的需求。

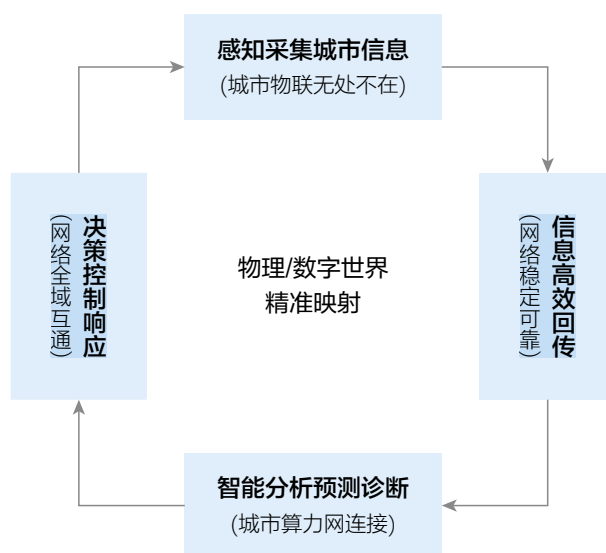


图 1-2：城市网络实现物理世界与数字世界精准映射

1.2 城市网络发展的 政策导向



党的二十大报告指出，要加快建设网络强国、数字中国。数字中国建设是数字时代推进中国式现代化的重要引擎，是构筑国家竞争新优势的有力支撑。2023 年中共中央、国务院印发《数字中国建设整体布局规划》，明确了数字中国建设“2522”的整体框架，提出要夯实数字基础设施和数据资源体系“两大基础”。城市网络作为数字信息基础设施的重要基础和组成，特别是以 5G 和千兆光纤网络为代表的新一代信息通信技术的快速应用部署和 IPV6+ 网络技术的创新应用，以超强的速度和无限的地址空间，为我们打开了一个全新的数字世界。国家和各地方政府陆续出台了一系列相关政策文件，打造新一代

高质量网络底座，打通经济社会发展的信息“大动脉”，为数字经济、数字政府、数字社会、智慧城市提供多方面支撑。

► 国家层面

国家出台的一系列政策文件作为宏观指导，全面部署 5G、千兆光纤网络、IPv6、移动物联网、卫星通信网络等新一代通信网络基础设施，对网络设施的综合承载能力、智能运营能力、网络性能质量等都提出了更高的要求，为未来城市网络的发展指明了方向（表 1）。

表 1：国家政策文件对城市网络要求梳理一览表（部分）

建设要求	建设内容	文件来源
建设高速泛在、天地一体、集成互联、安全高效的信息基础设施	建成全面覆盖城市地区和有条件乡镇的“双千兆”网络基础设施，实现固定和移动网络普遍具备“千兆到户”能力	《国家信息化发展纲要》 《中华人民共和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》
打通数字基础设施大动脉	加快 5G 网络与千兆光网协同建设，深入推进 IPv6 规模部署和应用，推进移动物联网全面发展。 加快建设高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的智能化综合性数字信息基础设施	《数字中国建设整体布局规划》



建设要求	建设内容	文件来源
持续推进骨干网演进和服务能力升级	统筹重要路由光缆建设，丰富重要城市间直达光缆。推进网络功能虚拟化（NFV）、软件定义网络（SDN）、IPv6 分段路由（SRv6）等技术和全光交叉（OXC）等设备规模化应用，提高网络资源智能化调度能力和资源利用效能	《“十四五”信息通信行业发展规划》
推动中小城市云网技术融合创新	面向中小城市行业用户上云场景，加快软件定义广域网（SD-WAN）、IPv6+ 等网络创新技术的部署，建设智能化端到端网络管控系统，提供灵活组网、弹性随选、智能敏捷、安全可靠的云网服务，提升自动开通、差异化保障等能力，支持不同企业业务按需敏捷入云，助力企业数字化转型步伐	《关于促进云网融合 加快中小城市信息基础设施建设的通知》
优化国家互联网骨干直连点布局，优化数据中心跨网、跨地域数据交互，实现更高质量数据传输服务	在区域数据中心集群间，以及集群和主要城市间建立数据中心直连网络。建设数据中心集群之间，以及集群和主要城市之间的高速数据传输网络，优化通信网络结构，扩展网络通信带宽，减少数据绕转时延	《关于加快构建全国一体化大数据中心协同创新体系的指导意见》
统筹推进全国骨干网、城域网、接入网 IPv6 改造，深化商业应用 IPv6 部署	采用 IPv4/IPv6 双栈部署，打造端到端双栈通道，提供移动用户、固定用户采用 IPv6 协议访问网内、国际各类应用的能力。实现网络、应用、终端向下一代互联网平滑演进升级	《中华人民共和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》 《数字中国建设整体布局规划》 《“十四五”国家信息化规划》
推进云网一体化建设发展，实现云计算资源和网络设施有机融合	搭建云网一体新型基础设施，通过技术创新突破，提供海地空天一体化的泛在连接，提供海量数据存储与多形态、高性能计算，实现网络与算力的深度融合，实现云网边端的智能互联	《“十四五”国家信息化规划》
优化产业园区、港口、厂矿等场景 5G 覆盖，推广 5G 行业虚拟专网建设	面向行业应用需求，推动 5G 行业虚拟专网建设模式、运营服务、技术方案创新与成熟，促进 5G 行业虚拟专网规模化发展	《“十四五”信息通信行业发展规划》
优化基础设施 IPv6 性能和服务能力，提升 IPv6 端到端贯通能力	推动 IPv6 与人工智能、云计算、工业互联网、物联网等融合发展，支持在金融、能源、交通、教育、政务等重点行业开展“IPv6+” 创新技术试点以及规模应用，增强 IPv6 网络对产业数字化转型升级的支撑能力	《“十四五”信息通信行业发展规划》
万物互联、人机物共融，以及物理空间与虚拟空间的实时对接、映射及反馈	构建立体化、全方位、广覆盖的网络设施体系，不断深化网络覆盖的深度和广度，科学灵活选择接入技术，在教育、就业、社保、养老、医疗、文化、旅游等领域	《“十四五”国家信息化规划》

► 地方层面

全国多个地方发布了城市信息基础设施建设的规划指导文件，引导统筹规划城市网络基础设施、集约建设及共享使用，助力智慧城市发展：

- » 《上海市新一代信息基础设施发展“十四五”规划》将统筹规划，集约共享作为建设原则之一，强调坚持集约共建，强化资源协作，促进对城市资源的有效利用。新一代信息基础设施的建设导向正从注重规模向注重服务体验转变。在网络建设目标上，提出以“双千兆”建设为引领，构建弹性、智能的连接网络，进一步提升网络覆盖、速率和时延的感知，满足居民生活、产业发展等各类应用需求；
- » 《深圳市推进新型信息基础设施建设行动计划（2022 - 2025 年）》提出要创建信息基础设施统一

规划、统一建设、统一管理、集约共享的发展环境，成为国内信息基础设施集约共享典范。提出推进城域网优化升级，实施新一代互联网智能化升级，推进 SDN、网络功能虚拟化（NFV）改造从骨干网络设施向接入设施延伸，提高网络设备的统一化、通用化及适配性，实现网络能力的灵活配置；

- » 《成都市“十四五”新型智慧城市建设规划》针对政务网络，提出全面完善和延伸电子政务网络，突出资源整合、集约建设，建成安全可靠、统一高效的政务网络体系。提出电子政务外网升级改造工程，引入以 SDN、IPv6+、F5G 等为代表的网络新技术，打造“一张网”新架构，提升骨干核心环网带宽到 100Gbps，进一步加强在网终端安全和流量精细化的管控能力。





1.3 智慧城市业务 对城市网络的诉求

数字经济、数字社会和数字政府三大领域，全方位赋能经济社会转型升级。同时，数字孪生作为智慧城市建设不可或缺的核心要素，极大的推进了智慧城市的建设，数字孪生城市也成为智慧城市建设的新形态，为城市管理和公众服务提供决策依据。城市网络作为智慧城市物理世界与数字世界的联接桥梁，为城市建设提供面向业务协同，可智能调度的网络基础设施，高效、可靠的保障网络服务质量。



图 1-3：智慧城市的核心业务领域

▶ 1.3.1 数字政府对城市网络的需求

数字政府建设是建设网络强国、数字中国的基础性和先导性工程，数字政府的重要特征是数据资源共享、机构在线协同和业务高效运转。数字政府建设已经进入全面加速期，“最多跑一次”“一网通办”“一网统管”“一网协同”“接诉即办”等业务创新实践，对数、云、网等数字基础设施资源提出了更高要求，需要形成互联互通、协同联动、数据赋能、安全可靠的平台支撑能力，有效保障政府数字化改革纵深推进。数字政府的建设目标是将数字化技术应用于政府管理、政务服务和公共服务的全流程中，其核心场景可以总结为政务服务“一网通办”、城市治理“一网统管”、政府运行“一网协同”。

政务服务“一网通办”

政务服务“一网通办”是在“事项精简”“数据共享”“流程优化”等方面深入推进行政审批的标准化建设，不断提升政务服务的质量。政务服务平台建设存在管理分散、服务系统繁杂、事项标准不一、数据共享不畅、业务协同薄弱等问题，政务服务整体效能不强，办事难、办事慢、办事繁的问题还不同程度存在。政务服务横向不同的条线业务部门间业务协同，纵向省市区县等多级协同，对网络建设提出新的要求：

- » 纵向省市协同、市区协同：省市政务服务能力下沉到区县村，横向各委办局数据治理与共享，数据多跑路，



人少跑路；省市远程协助区县进行一体化办公；多终端、多用户跨省市、市区进行协同办公，需要能够提供一站式、端到端的网络服务能力，保障无差异的一致性网络体验；

- » 跨层可视：由于省市、市区县网络通常采用分段建设运维运营的模式，用户需要能够实现网络跨层端到端的可视，显示所有的网络路径及质量，出现故障时可以及时准确的找到故障节点；
- » 统一标准：由于终端 / 用户接入方式不同，多级网络建设责任主体也不一样，需要不同网络建立用户体验标准（差异化 / 跨地域一致性体验）、网络运营标准（网

络质量标准、统一监控管理等）、网络建设标准（网络架构灵活、广覆盖、多场景、高效共享、网络连续性、网络安全合规等），以保障用户体验的一致性，减少多级网络的协同复杂度。

城市治理“一网统管”

“一网统管”是通过流程变革、技术支撑、线上线下协同，提升城市的“智治力”。针对城市治理中的关键问题，围绕“高效处置一件事”的目标，形成横向整合政府各委办局，纵向拉通市、区、街镇、社区，有效进行统筹管理和跨部门协作的现代化城市治理体系。

城市一网统管业务场景

渣土车治理	防汛指挥	群租房治理	违建治理	联动指挥	综合巡查
智能分拨	民情日报	基层治理	社区事件统一办	社区安全预警	社区态势看板

.....

图 1-4：一网统管业务场景示例



“一网统管”涵盖城市治理的多个领域，业务应用复杂多样，以应急管理中心联动指挥为例，联动指挥需要纵向跨越市、区、街道、社区等层级，横向跨越政法委、城管、公安、应急等多个委办单位，属于比较复杂业务场景。联动指挥一般由市级联动指挥中心和区级联动指挥中心组成，街道社区单位一般由区级管理。从业务功能区分，联动指挥一般包括指挥应用（如视频、通信、调度、处置等）、视频会议平台、视频监控平台、融合通信平台以及各种对应的终端设备构成，涉及视频呼叫、浏览摄像头视频、上报 GIS 信息、多级级联会议、集群终端融合会议、监控摄像头融合会议等典型应用场景。

为了实现联动指挥在日常事件以及“战时”重大事件的高效协同处置，对网络提出了更高要求：

- » 多网协同运营：例如市级层面的联动指挥业务涉及跨越市级政务外网、区级政务外网、移动专网、视频专网、物联网、互联网等多张网络，不同的网络责任主体、技术标准都存在差异，要求网络具备业务跨网协同运营能力，为用户提供统一的端到端网络服务；
- » 业务重保：网络需要具备联动指挥业务重保能力，尤

其是保障指挥过程中的“零”丢包、低时延等体验，避免指令收不到、画面看不见；

- » 网络可视：要实时可视市级政务网、区级政务网、移动网络、物联网等网络状态、业务承载情况，故障发生时能够第一时间定位网络故障点，并且快速修复网络；
- » 即插即用，敏捷开通：视频专网、物联专网等要具备模块化、标准化的能力，快速部署开通网络连接服务，满足视频监控、手台、无人机等设备快速接入。

政府运行“一网协同”

政府运行“一网协同”由分散建设向一体化协同发展，提升政府整体运行效能。“一网协同”包含电子公文 / 档案库、视频大联网、协同办公等主要场景，其中视频大联网包含办公会议（协同会商会议、专家评审会议）、培训宣导（政策宣导、党建学习）、委办业务（政府招标采购、城市治理），协同办公场景包含远程办公（基层考察、出差在途）、固定办公（居家办公、办公室办公）。



图 1-5：一网协同业务

以视频会议为例，视频会议成为后疫情时代刚需，由行政会议向协作智能化、覆盖全员化、视频业务化方向发展，视频会议由单部门会议向多部门会议转变（使用范围由办公走向支持局委办业务），由单会场到省市县乡村多级会场转变（覆盖范围由机关走向基层，覆盖全员），单场视频会议接入路数平均有 100 方提升至 700 方，会议召开次数由一周一次到一周五次；视频会议是一网协同发展的核心，高品质视频会议对网络覆盖、品质等提出更高的要求，保障满足高频次、大规模、高体验的视频会议要求，具体如下：

» 随时随地开会：跨部门会商会议需要各部门协同，例如疫情防控涉及公安、卫健、交通等部门，跨部门会商需求旺盛，但跨部门协同互联互通难，体验差异大，需要支持与各个委办之间互联互通，每次开会需要提前半个月到一个月进行申请，申请周期比较长；需要网络能够提供用户随时可订阅的标准化、可复制产品，明确网络服务产品的具体规格和边界，满足业务即插即用的要求，让用户像用水、用电一样使用网络，降低定制化带来的人力成本；

» 会议效果有保障：城市管理、应急响应等指挥调度场景下，需要实时获取处置现场状况，指挥到人，但是指挥调度现场实况看不清，视频出现“卡”“慢”“糊”“断”等问题协同会商困难，体验差；7*24 小时进行人工重保，出现问题定位恢复时间长，导致整个会议效果不佳；需要网络能够提供自动化、智能化的高效保障能力，对用户的 SLA 和体验进行全方位的保障，提前感知视频应用级时延和丢包等 SLA、体验指标，并对相关服务质量进行预测及建议，支撑人工或系统快速恢复，最终用户无感，实现高临场感视频体验，零卡顿、零丢包；

» 一站式服务：整体运营效率低，通过背靠背方式互通，人肉线下电话短信约会，配置复杂，X 省 X 厅召开 300 方全省会议，网络 ACL 配置 900 多条，耗费 3~7 天才能开通网络；每新增一个会场信息都需要全部调测，并且要提前半个月申请，不能临时增加会场信息，扩展性、复制性比较差；需要网络能够提供跨市区、跨省市的一站式、端到端网络能力，扩展性强，支撑跨区域、高频次、大规模、高体验的视频会议。





► 1.3.2 数字经济对城市网络的需求

数字经济是以数据为关键要素，以现代信息网络为主要载体，以信息通信技术融合应用、全要素数字化转型为重要推动力的新经济形态。数字产业化加快信息技术和数据要素的融合创新，提供算力、存力及 AI 能力等，推动社会资源在更大范围内实现高效整合与优化配置；产业数字化发挥数字技术对经济发展的放大、叠加、倍增作用，深入推进企业“上云用数赋智”，培育壮大新产业新业态新模式。

算力和各种产业能力（工业软件、产业算法、行业大模型等）都需要网络进行连通和赋能，需要深化网络共建共享、多网协同，提供算力“一点接入、即取即用”的联接服务，为跨地域、跨层级、跨场景灵活调度提供支撑，对网络提出如下要求：

- » 能力资源互联互通需要网络提供标准服务：包括算力、算法、工业软件、大模型、大算据等在内的公共资源互联互通，对网络的需求不尽相同，因此，网络需要对核心算力、边缘算力、科研算力、产业算力、产业大模型、公共算据等提供标准的服务目录，比如对部分用户提供 VIP 带宽服务，对部分用户提供低时延和加密服务，对其它用户提供共享带宽服务等；
- » 海量数据传输需要超大带宽：包括对科研、工业等领域海量数据的模拟仿真、清洗挖掘等，都离不开数据的高效流通，需要超大带宽的支持，比如贵州天眼 FAST 每秒产生 38G 数据，全国各地天文研究人员都希望能够高效及时地获取；
- » 海量用户传输算据需要敏捷拆建和弹性带宽服务：由于绝大部分用户并不会 7*24 小时使用网络资源，为



了提升网络使用效率，根据用户对网络使用的并发率，提供 BOD（按需带宽）服务，用户错峰出行，既保障了用户体验又能很好地提升资源使用效率；这需要网络的连接必须快建快拆，带宽有弹性；

- » 统一标准：网络由于服务千行百业，需要统一建设标准，统一运营标准，真正做到全市的产业算力网络最终能够统一管理、统一运营，避免“七国八制”，无法拉通管理。

数字经济基础设施里的算力、工业软件、公共算法、数据集等最终服务于千行百业，需要一张包括算力资源、软件资源、算法资源等能力资源互联互通、以及服务于千行百业的企业用户接入的数字经济信息“大动脉”，加速和使能数字经济的蓬勃发展。



► 1.3.3 数字社会对城市网络的需求

数字社会以构筑全民畅享的数字生活为目标，强调新发展格局下“以人民为中心”的高质量发展，强调人民群众在数字化转型中的幸福感、获得感、参与感、认同感。随着数字应用不断拓展，电子商务、视频直播等互联网应用全面普及，大幅提升社会运转效率。“互联网+”在教育、医疗、养老等基本公共服务领域不断创新，不断提升公共资源全民共享水平。长远来看，数字社会要以满足群众高品质生活需求和实现社会治理现代化为导向，沉淀未来社区、数字乡村等社会空间服务模式，打造智慧便民生活圈、新型数字消费业态、面向未来的智能化沉浸式服务体验。

当前为数字社会业务服务的网络普遍受制于受众分散、需求多样、公益属性强投资不足等因素，导致各地网络联接的供需错配和失衡问题较为突出。

因此，为更普遍性、更均衡地提供高品质数字社会业务，对城市网络提出了共性的诉求：

- » 全市统筹规划、集约化建设普惠均衡、普遍覆盖的高品质公共服务网络，覆盖到学校、医院、社区、村居、公共服务设施，让人民群众无论身在何处，都能随时随地获取到一致性联接体验；
- » 由于公益属性强，需要确保网络资源的长期投资和持续运营，政府要提供针对性的政策扶持和财政支持，要形成长效运营机制，为数字社会服务提供更好的网络服务，从而持续产生更大的社会效益；
- » 充分考虑城市公共算力资源调用和数字社会数据资源的互联互通，通过无处不在的弹性、敏捷、智能的网络联接，让算力更好地为数字社会业务赋能，把智慧带入教育、医疗、生活。

数字社会中，智慧教育、智慧医疗和智慧社区是三大典型业务场景，应用场景创新较为广泛和丰富，从典型业务场景出发，需要网络要具备如下关键能力：

- » 网络普惠均衡、广覆盖、无差别一致性体验：为用户提供泛在普惠的无差别网络联接，能够满足用户随时随地的按需接入、敏捷开通和数据的安全共享互通；
- » 智能调度、应用级保障、安全可靠：提供公共服务算力资源的智能调度、应用级感知和差异化保障、个人数据的安全防护保障等，要统筹规划、充分利用城市算力资源，网络要为多算力池的 AI 训练与本地智能推理间搭建稳定可靠、安全可信、弹性敏捷的智能通道；
- » 公共服务网络建设和运营涉及多方利益主体，要建立基于多元参与、数据融合的“共建、共治、共享”的网络建设和服务新模式。需要明确责任主体，政府提供相应的指导和扶持，建立模块化、标准化的建设标准规范，形成面向多元化需求的可持续运营机制，以及快速灵活响应和适配多变需求的网络服务能力。

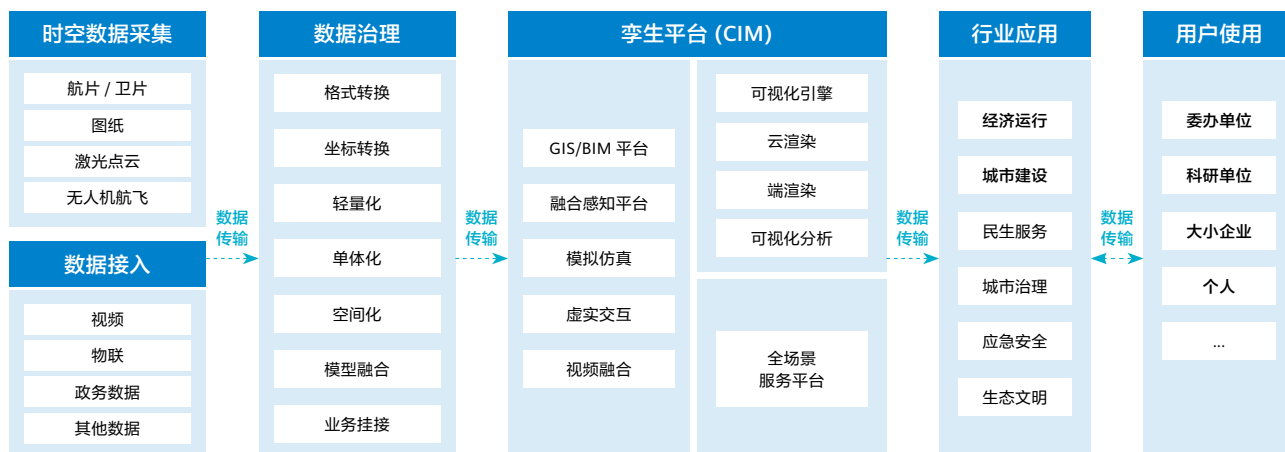


图 1-6: CIM 业务流示意图

1.3.4 数字孪生对城市网络的需求

数字孪生是综合运用多种技术，通过构建城市物理世界与网络虚拟空间对应、交互的复杂系统，实现物理空间与数字空间的实时双向同步映射及虚实交互。CIM（城市信息模型）是以城市信息数据为基数，以建筑信息模型（BIM）、地理信息系统（GIS）、物联网（IoT）、数字孪生等技术为基础的全域时空信息底座，是智慧城市和数字孪生城市的重要模型基础。结合智慧城市数字政府、数字经济、数字社会以及数字孪生城市建设，围绕CIM（城市信息模型）平台核心业务，识别关键业务场景和网络诉求，以用促建，构建先进、实用、领先的城市场网络基础设施。数字孪生CIM业务是一个系统性的复杂工程，上图简要描述了CIM业务的主要流程。

首先就是城市数据的获取，包括时空数据及城市动态数据。时空数据一般通过航片、图纸、无人机拍照等方式获取，动态数据一般通过视频、物联、IOT等方式获取。其次这些数据经过格式转换、模型融合、空间化、轻量化等数据治理，之后在CIM平台做进一步的处理。当委办局、科研单位、企业、个人针对城市运行、城市建设等应用进行访问时，CIM孪生平台通过云渲染或者端渲染的方式将相关数据或者可视化数据结果传到用户终端，从而实现业务的呈现展示。

CIM业务除了依赖于CIM平台、大数据、视频、物联等各种平台外，更需要依托统一的网络基础设施实现数据互联、数据共享、能力支撑和算力供给，CIM和网络的关系可以分为三个部分：

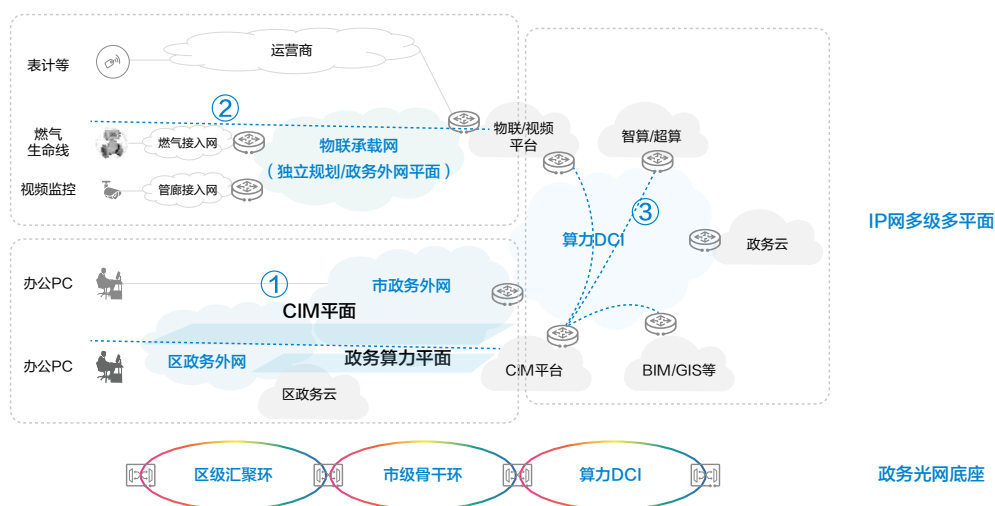


图 1-7: CIM 业务与网络的关系示意图

① 用户访问 CIM 应用平台，实现应用的调用申请及数据结果的返回。为了支撑城市用户访问 CIM 应用，需要骨干网络具备至少百 G 级别的带宽，每个单位用户也需要具备 10G 的接入能力，同时为了保障 CIM 业务的最佳体验，传输网络需要尽量向边缘延伸；

② 城市物联感知数据的获取。如果没有实时的物联数据，所谓的数字孪生仍然是“死”的，无法真实、鲜活的体现城市信息，尤其是一些如内涝、火灾、交通拥塞等紧急场景。网络需要提供高安全性、可靠隔离、实时传输、泛在接入的能力；

③ 多云数据同步、算力调度。CIM 平台要实现 BIM、GIS、IOT、政务数据等多种数据的融合，需要各个平台之间进行大量的数据同步及数据交换，同时需要大量的算力进行数据渲染处理。针对数据同步、算力调度，需要算力 DCI 网络，实现各个云、算力中心之间“一跳”直达，毫秒级超低时延互访。

综合以上分析，CIM 业务对网络提出了多项要求：

» 超大带宽：市区多用户并发访问 CIM 业务进行数据交互以及实时的算力渲染等，需要具备超大带宽、安全可靠、质量稳定、优质体验、可平滑演进的 IP 网

络以及光传输网络。根据调研分析，单用户本地渲染需要约数百 M 带宽，云渲染需要约数十 M 带宽，5000 并发用户共计需要几百 G 带宽（云渲染 / 本地渲染按 9:1 计算）；

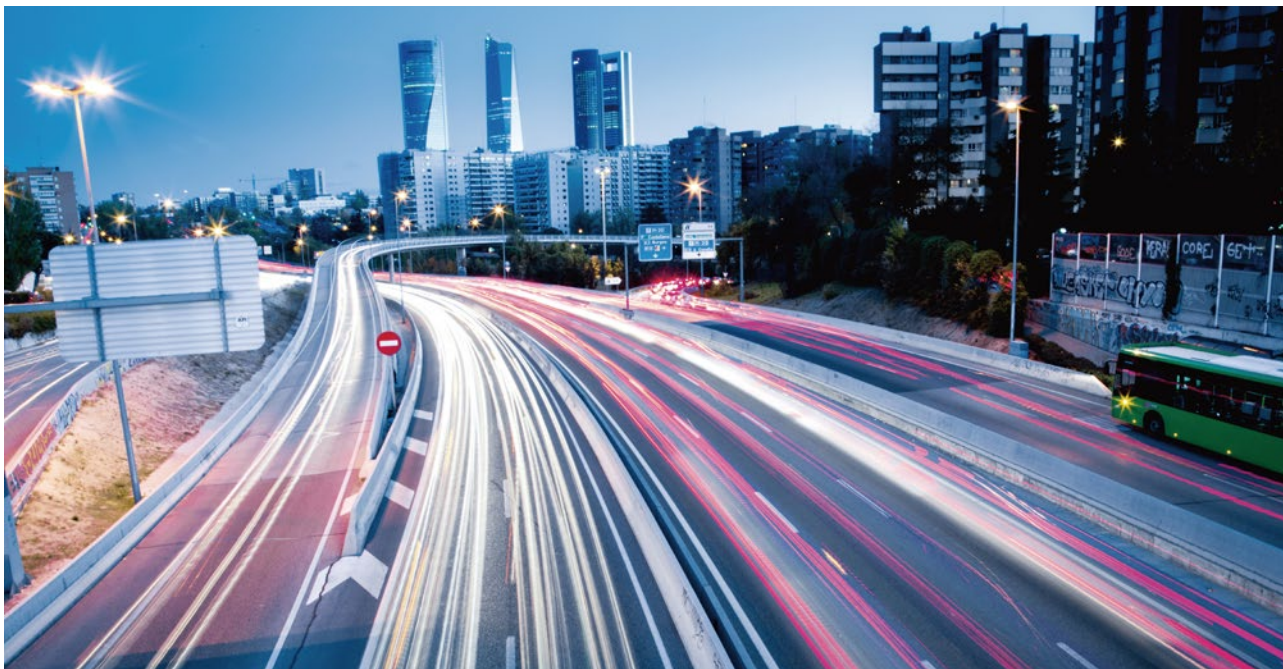
» 数据跨网协同：CIM 业务涉及政务外网、物联网、算力网、移动网等多网协同，需要具备统一的网络运营能力，保证业务跨网跨域协同；

» 网络覆盖到用户：CIM 业务对网络的高要求需要网络覆盖到客户边缘，以提供更好的网络带宽、时延能力；

» 高品质网络体验：作为城市的 TOP 业务，需要网络具备随时随地的重保、端到端可视能力，保障业务的流畅体验；

» 仿真预测：CIM 业务流量增长将越来越快，需要网络提供仿真与预测服务能力，提前帮助用户规划网络资源，避免资源不足影响业务；

» 智能运维：随着大量的业务基于 CIM 平台部署，将会带来越来越多的网络运维工作量，需要网络具备自动运维、定位、排障能力，提高运维效率。



► 1.3.5 城市网络需求总结



图 1-8：城市关键业务对城市网络的共性需求

综上所述，智慧城市的各领域业务对城市网络提出了多样化、场景化需求，这些需求既有差异，也有很多共性。因此，城市网络需要系统性的思考，一方面通过集约化建网来实现资源的共建共享，提高资源使用效率；另一方面，要为各类业务提供满足共性诉求的基础网络服务，同时，还能为业务提供差异化的服务保障，满足特定的场景诉求。

面对不断变化的业务需求，主要从架构、能力、安全、服务四个维度整体考虑构建一个完整、系统的网络体系，为用户提供更加丰富和优质的网络服务，不断创造更大的网络价值。

- » 架构：统一的城市光底座，超宽、极速、安全隔离、可扩展；层次化、体系化架构，标准化组网和模块化建设，开放、易集成；
- » 能力：网络超宽弹性、广覆盖；业务即插即用、应用感知、敏捷灵活；稳定可靠，高速互联互通；网络向智能化、自动化持续演进；
- » 安全：满足等保合规要求，变被动防护为主动防御，提供网安协同的联动机制，构建一体化的安全体系；

- » 服务：用户能够随时随地接入网络，并获取无差别的一致性体验；为用户、业务提供差异化的服务保障，可以按需订阅；简便易用，可以实现一站式端到端网络服务；服务标准化，用户可以通过服务目录，订阅所需的服务。



1.4 城市网络走向 城市一张网

为满足当前以及未来智慧城市业务对城市网络提出的各种诉求，城市网络要以业务为驱动，以技术为支撑，系统性的开展城市网络的设计和整体布局：

规划一体化：城市网络建设要以城市数字政府、数字经济、数字社会业务发展目标为驱动，以新一代信息技术为支撑，以系统科学的方法开展顶层设计，统筹规划，绘好发展蓝图，明确推进路线图。突出城市网络的技术可扩展性和系统开放性，当产生新应用、新技术时，能以插拔的、松耦合的方式接入既有体系，无须对整体推倒重来或进行大型“手术”，以实现智慧城市有序、平稳的升级演化。

建设一盘棋：城市内部不是业务条线的信息化，更多是横向连通、横向融合，尤其是在城市层面，它更多是协调城市治理的五脏六腑，促进跨地域、跨系统、跨部门、跨业务的协同管理和服务，将过去各自为政、各行其是的稳态信息系统打造成全程全时全模式全响应，牵一发而动全身的敏态智慧系统，实现全面现代化和智慧化。因此，城市网络要建设一盘棋，通过集约化建设，实现资源的共建共享，提升资源利用率，避免出现城市治理及运营中由于跨行政层级、跨行政区域、跨部门等造成的“边界排斥”问题。通过统一标准、统一数据接口等方式，打通部门间数据壁垒和信息孤岛，破除部门间的“小农意识”，构建数据融合、系统互联、信息共享、业务



图 1-9：城市网络规划一体化



协同的跨界联动城市网络，实现跨多重边界的高效协同。

运营一本账：未来智慧城市的规划建设一定要以运营为主，具有内生的造血功能，才能够行稳致远。城市网络的建设同样也迫切需要走向服务化运营，通过运营来解决可持续发展问题，从而支撑智慧城市系统和应用的持续优化。

- » 在服务方面，以用户为中心，把网络能力转变成网络服务，让用户像购买云服务一样能够通过标准化的网络服务目录来使用网络，最大程度的为用户提供更便利、更友好、更优质的体验和更有保障的 SLA（service-level agreement，服务等级协定）承诺，用户在任何地点、任何时间，都能获得满足业务场景

需要的、标准化的高质量网络服务。做到平时好用、急时管用，可在稳态与敏态间无缝切换，在应急情况下发挥“雪中送炭”的作用；

- » 在运营方面，坚持城市网络长效运营和共建共治共享原则，厘清运营与使用权责、精细化管理手段，推动形成开放合作、鼓励创新的投融资模式和商业运营模式，与体系化的服务考核评价机制。

总之，城市网络要顺应智慧城市发展趋势，满足数字政府、数字经济、数字社会关键业务对网络的诉求，从全局视角统筹规划、顶层设计、集约化建设、服务化运营，一张蓝图绘到底，走向城市一张网。



服务

把网络能力转变成网络服务

提供网络服务目录，“按单点菜”

SLA 承诺 + 服务体验保障

平时好用、急时管用，稳态与敏态无缝切换



运营

坚持长效运营，共建共治共享

开放合作，鼓励创新投融资模式和商业运营模式

厘清运营与使用权责、精细化管理手段

体系化的服务考核评价机制



02 城市一张网的 愿景和架构



2.1 城市一张网愿景

为了适应城市数字化转型带来的海量数据增长、海量设备连接，以及不断涌现的各类新业务和新场景带来的挑战，城市一张网通过数字化、智能化的领先架构和技术，构建业务即插即用、跨地域无差异化体验、一站式服务、高效安全的智能网络，使信息突破时空限制，通过无缝融合的方式提供极佳的交互体验，满足数字时代数字政府、数字经济、数字社会等领域适应数字化转型而不断变化的网络需求。城市一张网以更加标准和开放、更加灵活和易扩展的网络架构，让城市网络从解决基本联通性诉求的“可用能用”到让用户体验最佳的“好用爱用”。

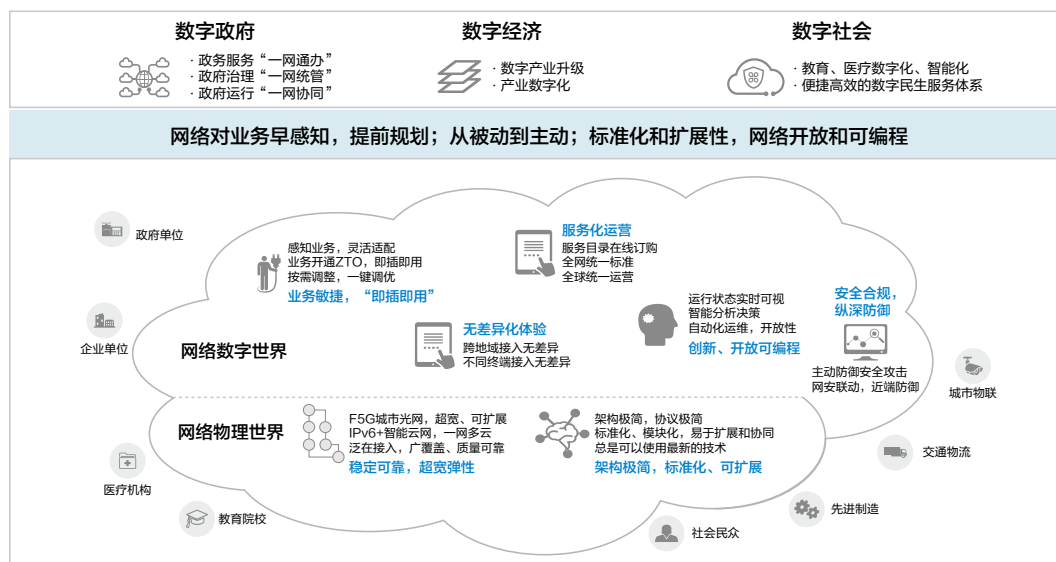


图 2-1：城市一张网的愿景

城市一张网的愿景是构建一个“数实融合”的“二元世界”，包括网络物理世界和网络数字世界：

- » 网络物理世界的重点是“建好网”，要确保网络稳定可靠、超宽弹性、架构极简、技术领先且可演进，能够实现一网通达、一网多用、超宽极速、协议极简、统一标准等基础承载能力；
- » 网络数字世界的重点是“用好网”，要以用户为中心，更好的匹配业务场景诉求，把网络能力转换成网络服

务，定义全网标准化的网络服务目录，为用户提供数字化的服务体验，让业务更敏捷，“即插即用”；让用户跨地域、跨终端接入都能有一致性的优质体验；让网络更智能和自动化，更便捷地支撑业务创新；同时网络安全更有保障，能够实现主动式智能防御。

“网络数字世界”和“网络物理世界”相融合，构建基于服务视角和网络视角的“二元世界”，通过集约化建设和服务化运营，让网络创造更大的价值。

2.2 “二元六维”原则

城市一张网作为一个系统工程，按照“二元六维”原则系统地开展网络建设和运营，才能实现一张蓝图绘到底。



图 2-2：二元六维原则

“二元”即服务视角和网络视角。

面向服务视角，具备一站式服务、一体化运营和一致性标准的服务能力。

01 一站式服务: 面向用户，提供面向业务应用的一站式、端到端自助的网络全生命周期供给服务，业务驱动网络开通服务化，网络全域自动变更，业务上线无需排队等待，应用迭代周期大幅度缩减，新业务加速上线，提升用户体验；

02 一体化运营: 网络运营团队基于网络运营数据，实现

全网态势评估立体化，有效支撑治理决策，网络运营团队以网络服务为中心运营，围绕网络服务主动优化和调整网络，持续优化网络服务运营流程，实现网络效率和成本最优；

03 一致性标准: 制订统一的网络建设标准，按照模块化、标准化进行建网，使得网络设备能够实现乐高式拼接和拉通协同；制订统一的网络服务标准，使用户随时随地都能获取到一致性的服务体验，并且体验可量化、可管理。



面向网络视角，具备一网通达、一网多用，一体安全和统一光底座的网络能力。

04 一网通达、一网多用：网络横向到边、纵向到底，满足各种用户接入覆盖场景，并能实现一跳入云；网络支持多业务综合承载，可以实现按照用户和业务的安全隔离，通过网络的共建共享，实现资源利用率的最大化；

05 一体安全：城市网络安全要按照统筹规划、统一标准、纵深防御、协同一致、服务优先、面向未来的原则进行规划建设；

06 统一光底座：城市光网是城市网络的底座，在此之上可以叠加多张数据网，通过 OTN 等技术可以实现网络的硬隔离，满足网络超大容量、低时延、弹性可扩展、可信安全的能力要求。

要落地“二元六维”原则，还需要建立组织机制和服务目录，转变以网络为中心的思维模式，做到以用户为中心，以业务为驱动，进行职责分工、机制流程、供给模式的转型，需要用变革的方式、自顶向下强有力地推进才能落实并取得理想的成果。

► 组织和机制：原则落地的保障

明确建设运营主体。城市网络面向的用户多种多样，要真正做到以用户为中心，提供优质的网络服务，需要确定管理者、服务运营者、网络运维者和网络建设者，各责任方明确分工，同时又相互配合相互协同，共同合作让网络既“建得好”，又“用得好”。

四大关键角色的分工和职责如下：

- » 管理者：负责定义服务标准和制订评估指标，从而量化评估运营者的服务质量，并进行测评、考核、督导和管理，从而推进服务质量的不断提升，一般由政府主管信息化的部门承担管理者的职责；
- » 服务运营者：为使用者提供统一的门户，可以在线上按需灵活的采购服务；同时，运营者自身需要体系化的运营平台，对服务的全流程进行全方位的流程保障、资源管理、SLA 监控、运行监控等，打通与运维体系的衔接，从而确保服务的 SLA 和用户体验；
- » 网络运维者：尽可能把复杂的网络操作通过智能化、自动化、可视化的方式进行简化，从而屏蔽网络的复杂性，高效的运行和保障好网络，确保网络的稳定可靠、便捷灵活。随着集约化后网络规模越来越大，运维的自动化和智能化要求也越来越高，通过“数字员工”来实现降本增效；
- » 网络建设者：需要根据服务化的要求，按照统一的建网标准进行规范建设，保持网络先进性和可持续性，满足面向未来的长期演进。

确立建设运营模式。服务运营者作为向用户提供服务的责任主体，建立“管运分离”和“建运分离”的建设运营机制，相互制约，驱动网络能力持续提升，从而不断优化服务：

- » 管运分离：管理者和运营者可以是不同部门，也可以是两个不同的组织，关键是明确管理者和运营者责任

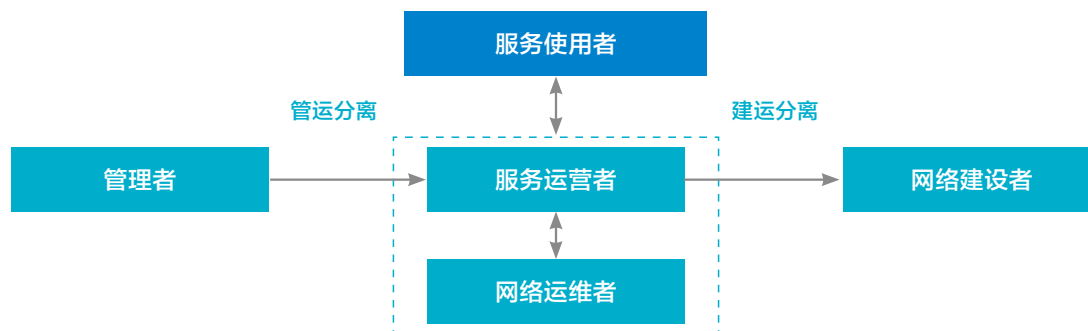


图 2-3：面向用户提供网络的职责分工和机制保障

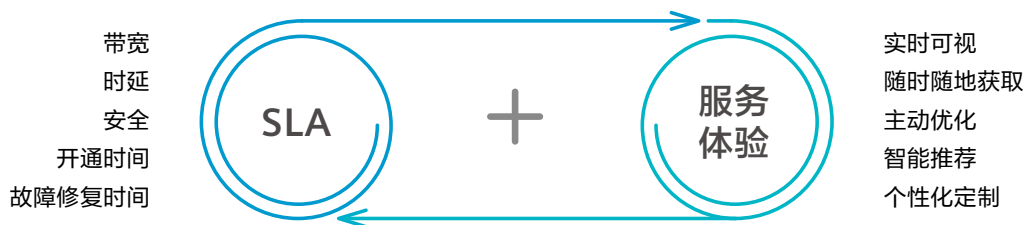


图 2-4：网络服务包括 SLA 和服务体验

边界；运营者以用户体验为中心为用户提供标准的网络服务目录，通过管运分离机制，更好的执行落地管理者的政策和机制；

- » 建运分离：建设者和运营者可以是不同部门，也可以是两个不同的组织，关键是明确运营者和建设者责任边界；通过建运分离机制，运营者通过优质服务驱动建设者高质量建网。

服务目录是联接用户 / 业务和网络的桥梁，匹配用户 / 业务的网络诉求，提供最佳的网络服务。就像餐馆的菜单一样，城市一张网的服务目录提供“简单易懂、按单点菜”的服务项，把原始和复杂的网络能力封装成用户容易理解的服务，用户根据实际的场景需要进行“点菜”，用户可以在售前、售中和售后全程感受到由服务带来的获得感和满足感。服务目录也成为驱动网络运营/运维能力提升和网络持续演进的核心驱动力，彻底改变传统模式下仅由技术来驱动网络升级演进的现状。

► 服务目录：原则落地的“抓手”

以前网络只聚焦在网络SLA，满足各类业务正常运行的基本需求。业务除了对网络服务质量和网络性能提出要求外，还对用户服务体验提出了更高的要求。所以在数字化时代，网络服务不但要满足用户和业务的网络质量和性能需求，更要重点考虑提供更好的服务体验。

正所谓“万变的业务，不变的网络”，尤其是随着城市数字化转型的深入和业务云化加速，云原生业务推出速度和迭代更新节奏大为加快，而网络是相对稳定的，但又要能及时、准确、可靠地满足业务承载的诉求，这就要求城市一张网服务目录具备三大特征：



图 2-5：服务目录的三大特征



2.3 参考架构

城市一张网是按照一个完整的“系统”来定义整体架构。一个完整的“系统”具备三个典型特征：一是多元性，系统是多样性的统一，差异性的统一；二是相关性，系统不存在孤立元素，所有元素间相互依存、相互作用、相互制约；三是整体性，系统是所有元素构成的复合统一整体。

为了更好的满足用户和业务诉求，城市一张网架构应该是一个“三位一体”的智能体，由大脑、手脚和躯干组成。

网络大脑即数字化平台，也可称为网络驾驶舱，实现运营智能化、运维自动化；手脚即虚拟网络，负责为用户和业务提供一站式端到端服务；躯干即物理网络，是实际建设的网络基础资源，要确保稳定可靠、超宽极速、安全可信。三者之间具备独立性、相关性和整体性，各个层面分层解耦，协同配合，构建“1+3+N”的层次化架构，同时要统一标准和规范，既保证了架构的稳定性，又确保可演进性和灵活性，从商业和技术双轮驱动架构功能模块的升级迭代。

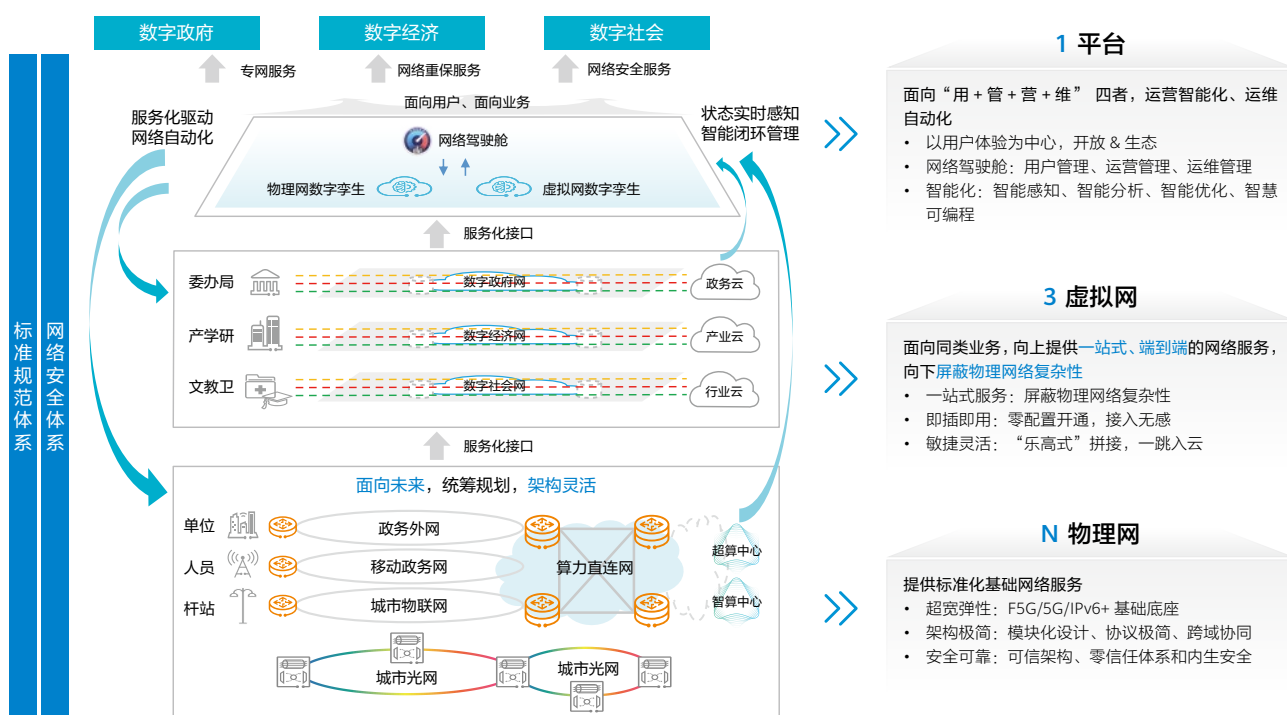


图 2-6：城市一张网的参考架构

- » 架构中最上层是“1 平台”，即网络驾驶舱，赋予网络可视化、自动化、智能化的能力，以网络数字孪生为底座，通过数字化的手段构建数字网络，实现对物理网络的管理、分析和优化，基于现代控制理论的自治系统原理，实现以虚感实的精准融合感知、以虚控实的可信任决策、以虚优实的预测性维护。面向用户提供统一的服务入口，统一的网络服务目录，提供数字化 ROADS 体验（实时、按需、全在线、自助、客户社交化参与）；面向管理者、运营者和运维者，实现资源可视化、运营智能化和运维自动化，从而构建数字化的闭环体系；
- » 架构中间层是“3 张虚拟网”，对应智慧城市的 3 类业务领域即数字政府、数字经济和数字社会。按照三个领域的不同业务场景打造端到端的一站式网络服务。由不同的运营主体负责运营，根据用户业务需求跨越不同的物理网络，提供一张端到端的网络，实现网络一站式受理、业务端到端开通，最大限度保障网络业务的敏捷性和用户服务的便利性。虚拟网为用户提供“N 网合一”的一张网服务，是网络服务供给模式的升级。比如数字政府虚拟网，对于一网统管的融合指挥业务场景，可按照预定的规则 and 标准，基于模块化设计，协同城市光网、市级政务外网、区级政务外网、移动政务网、物联承载网等多张物理网络，实现物联终端的按需实时调用、视频会议的协同指挥、应急保障的移动指挥以及各方数据的可视化呈现支撑科学决策等，让用户有 SLA 保障的最佳服务体验；
- » 架构中最底层是“N 张物理网”，即城市网络基础设施，主要是政府和企事业单位为支撑智慧城市投资建设的网络，目标是实现公共资源利用效率的最大化，既完成网络基础设施的公共服务属性，同时兼顾合理的投资收益，实现商业正循环，持续创造更大的社会价值和经济价值。需要按照城市一张网的顶层架构，定义物理网的层次关系、级联关系，包括城市光网、

不同业务专网如政务外网、算力直连网、物联承载网的整体规划和部署节奏，制订统一的建设标准、定义网络边界、多网协同机制、统一的管理体系、统一的安全体系等，让多张物理网的规划、建设、维护和协同趋于统一，筑牢城市网络基础设施底座；

- » 城市一张网作为一个整体，需要有全局统一的标准规范体系、网络安全体系等，从而在统一的框架下，将网络共性要求统一推动落实，并在管理、机制、组织、技术等不同的维度形成统一的运行保障体系。

城市一张网核心理念是面向未来、架构灵活、智能、开放，基于愿景和顶层架构，从服务视角推进一站式服务、一体化运营、一致性标准，从网络视角实现一网通达、一网多用、一体安全、统一光底座，实现一张网蓝图绘到底，使城市网络成为能创造更大价值的一个完整“系统”。





03 城市一张网的 “1平台”

面向城市一张网用户对网络的差异化服务需求，以业务为中心，提供标准化的网络服务目录，通过服务化运营，以及可视化、自动化、智能化的数字化手段，提升服务水平，降本增效；“1 平台”（后面统称网络驾驶舱）由服务运营平台、网络运维平台、网络驾驶舱底座三大部分组成。

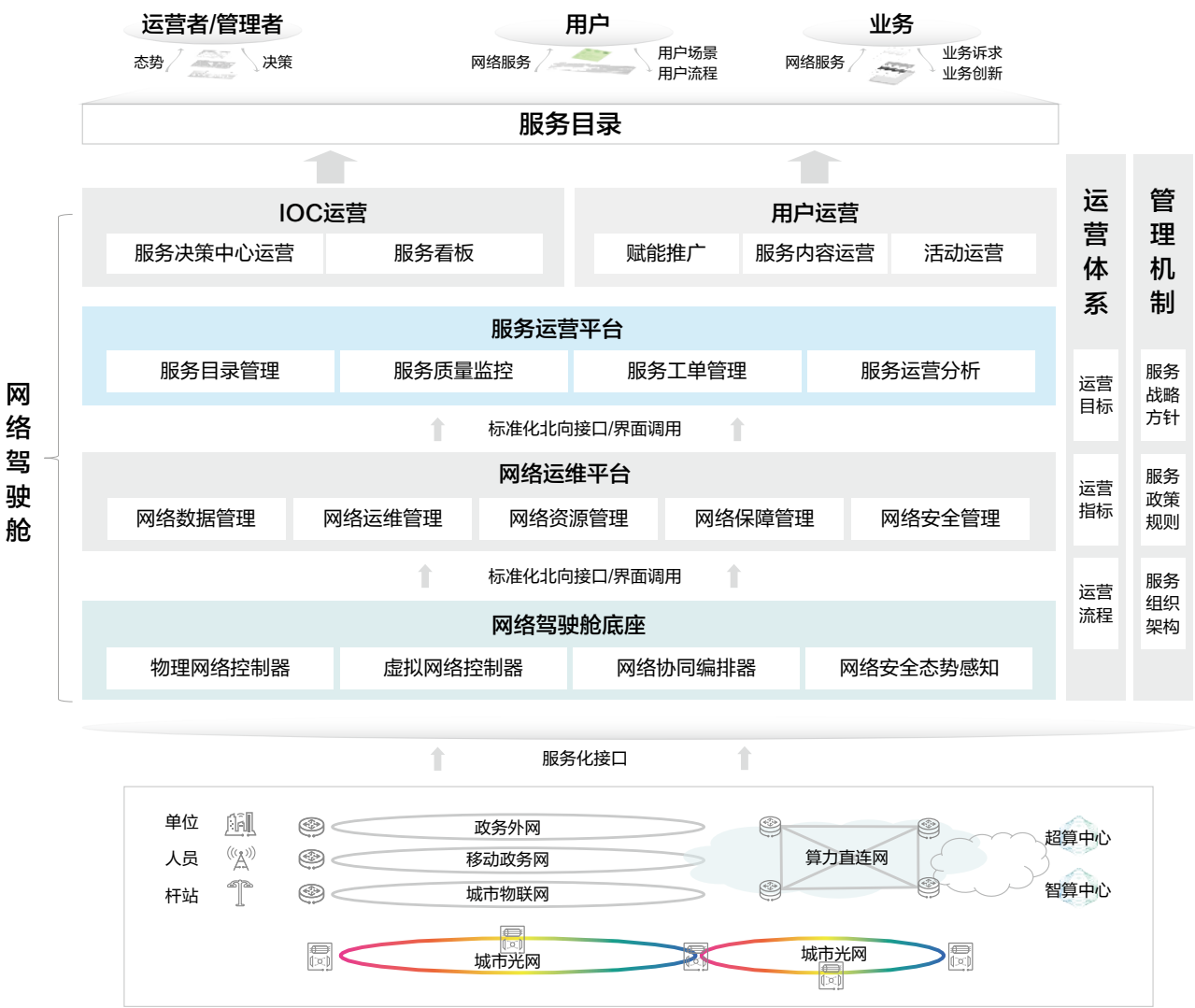


图 3-1：“1 平台”（网络驾驶舱）组成

3.1 服务运营平台



相比传统的网络运维平台，服务运营平台同时面向用户和运营者。运营者需要面向服务建立完整的流程和自服务、全监管、智运营、精指挥的网络运营体系，确保网络稳定可靠、智能高效运行。网络服务运营平台具体包含如下功能：

服务目录管理	针对服务目录上线、迭代更新、下线等全生命周期进行管理，同时对每个服务目录使用情况、用户等进行分析，对不完善的服务持续优化，提升服务满意度
服务质量监控	监控服务故障处理质量，对服务质量进行实时监控和分析判断，快速定位定责，实时跟进故障排查进展，协助故障职责方解决故障问题，缩小故障影响面，提高处理时效性
服务工单管理	建设统一工单系统，跨地域多家服务商基于该工单系统进行统一办理，流程统一流转，并针对工单上的每个环节处理情况进行监控、督办、审计直至闭环，提高跨域协作能力与服务效率
服务运营分析	对服务质量数据进行分析汇总，归类服务质量劣化原因，汇总服务质量劣化次数，优化服务质量问题，降低服务质量劣化风险；同时对工单处理时效、满意度、处理结果进行汇总分析，通报存在质量问题的服务提供商，持续纠正工单质量问题

3.2 网络运维平台



网络运维平台通过提供全网一图可视，一体化呈现全网拓扑，构建看得清、溯源快、处理准的网络保障能力，实现网络端到端全流程自动化闭环，网络质量全程掌握，网络安全态势整体感知，辅助安全运营决策。网络运维平台沟通高效、信息清晰、流程完整，全面提升网络运维效率，具体功能如下：

► 网络数据管理：

实时统一采集各服务提供商设备运行状态、用户接入信息、流量、设备信息等数据，全网拓扑可视，将数据进行统计归类，并将相关数据统一呈现，以更好掌握各服务提供商网络的运行状态，提升城市网络的感知能力，实现网络资源精细化管理。

► 网络运维管理：

- » 网络自助化开通：网络以模块化、标准化方式供给上层网络服务，实现网络极简开通，以自服务方式开通网络；
- » 网络一体化编排：自动理解网络服务意图，跨领域、跨专业一体化编排网络服务；

- » 网络保障管理：网络服务意图驱动网络端到端闭环；基于上层网络服务的 SLA 和体验要求，通过服务 - 网络 - 数据的关联分析和智能化的运维监控系统，对网元设备、整个网络的健康度、网络故障的根因和影响进行自动分析，辅助处置决策，为上层服务提供最优的网络保障，提升网络运营管理的水平；

» 网络资源管理：

IP 地址资源：作为城市网络 IP 资源分配总入口，基于网络支撑系统对网络 IP 地址进行规划、分配、回收等全流程闭环工作，确保 IP 资源精确无误和分配时效性。

带宽资源：制定带宽扩 / 缩容规则与带宽利用率基线，对全网流量进行分析，预测流量增长情况，并及时对满足扩 / 缩容规则的服务进行扩 / 缩容，使城市网络的利用率保持健康稳定的基准。

- » 网络安全管理：用户接入策略一体化管控，对于违规接入非法前端主动识别和异常精准判断，实时调整安全风险；安全态势一体化感知与呈现；安全响应策略灵活系统编排，实现安全事件自动化处理闭环。



3.3 网络驾驶舱底座

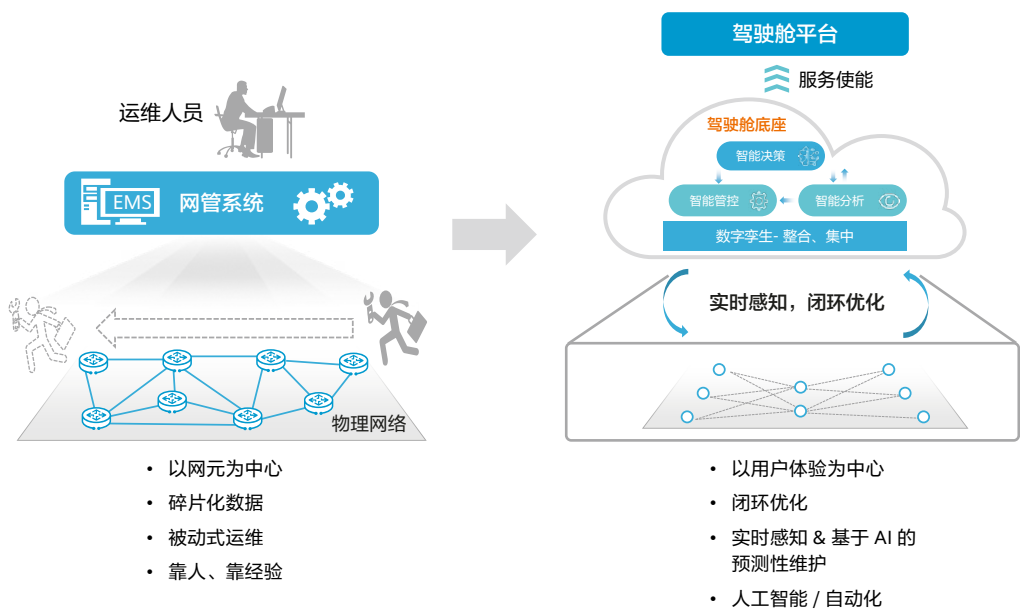


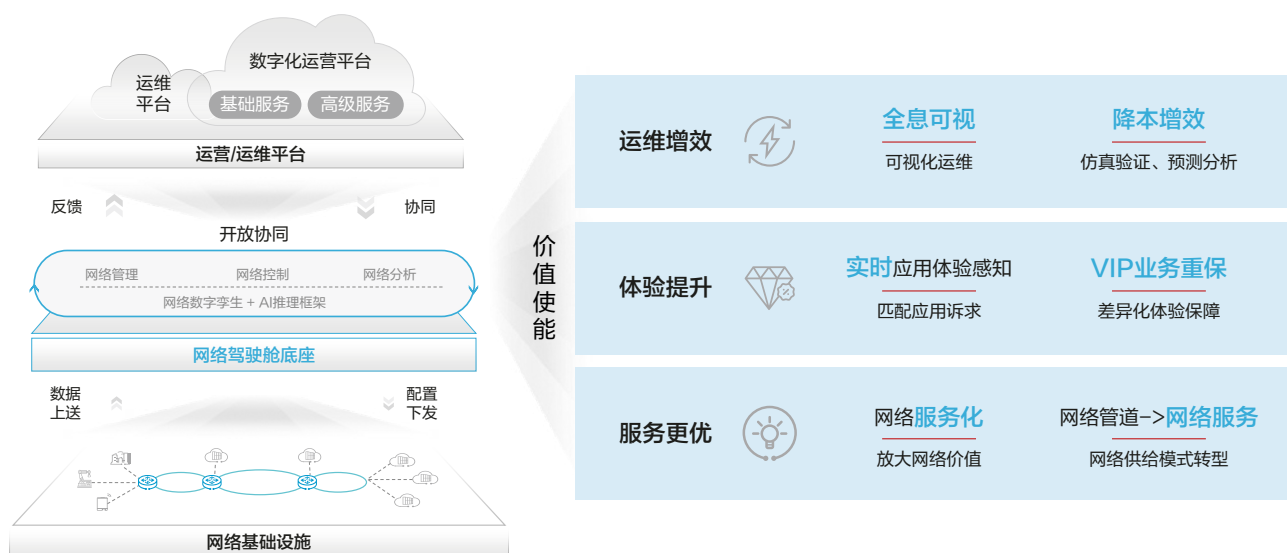
图 3-2：从网管系统到网络驾驶舱底座

传统网络以网元为中心，主要是由运维人员通过网管系统进行网元配置、故障处理、性能监控等操作，是事件触发的被动式响应方式。而城市数字化转型需要网络能够为用户和业务提供更好的服务，这就需把用户对网络提出的场景化服务需求转换成对网络能力的使能，并提供除了基础连通性能力之外的面向用户体验的更高级的服务。因此，对于提供网络服务的数字化平台，需要有统一的使能层底座，可以为运营平台和运维平台提供开放的服务化接口和集成环境，把复杂的网络接口转换成服务接口，方便上层系统结合场景和诉求快速迭代开发，从而持续提供丰富的、优质的网络服务。网络驾驶舱底座的使能价值、服务转换能力、系统架构如下：

▶▶ 发挥承上启下的使能价值

网络驾驶舱底座是智能中枢，起到承上启下的作用，向上为运营平台提供服务化使能把网络接口转换成服务接口，为运维平台提供网络规建维优的自动化能力；向下对接网络设备，构建对网络的智能化管理、控制、分析的闭环体系。

基于网络数字孪生技术和 AI 推理框架，把网络建模后，结合本地知识库和 AI 处理，持续提升网络的自智能能力，实现对网络的精准融合感知（以虚感实）、可信任决策（以虚控实）、预测性维护（以虚优实）；可以对网络进行仿真模拟，在问题发生之前发现问题，监控物理对象在



虚拟模型中的变化，基于 AI 的多维数据复杂处理与异常分析，预测潜在风险，合理有效地规划和维护。底座为网络数字化平台构建了价值使能的基础，支撑运维增效、体验提升，推动网络向服务化转型。

► 实现网络技术与网络服务的映射

网络技术的发展日新月异，IP 协议栈从 IPv4 到 IPv6，

路由协议从 MPLS 到 SRv6，带宽从 10G 到 100G、400G，并且网络切片、随流检测、APN6 等技术不断涌现和应用，而最终用户无法理解和感受到这些网络新技术带来的价值。因此，需要把专业的技术语言转换成用户易于理解的网络服务，从而让用户更直观地感受到网络技术演进带来的红利。同时，基于用户意图驱动的服务，通过网络驾驶舱底座可以翻译成网络配置，使能网络设施能力。



图 3-4：网络驾驶舱底座实现服务建模和使能



► 1+N 的层次化架构

网络驾驶舱底座是 1+N 的层次化架构，由 1 个网络数字孪生底座 + 多个网络智能化使能组件组成，南向集成对接异构、多样的网络接口，北向提供简化、标准的服务接口。

- » 1 个网络数字孪生底座：承接网络驾驶舱底座的通用能力，可以快速对网络进行服务化建模，把复杂的网络技术方​​案转换成简单易懂的服务模型。通过网络数字孪生技术，基于数字化的手段构建数字实体，实现对物理网络的管理、分析和优化。在问题发生之前发现问题，监控物理对象在虚拟模型中的变化，基于 AI 的多维数据复杂处理与异常分析，预测潜在风险，合理有效的规划和维护，提供数据集成、数据存储、数据调度与计算、数据访问、数据治理能力，构建实时、轻量、全面、安全、免维护的基础公共能力；
- » N 个网络智能化组件：包括虚拟网网络控制器、物理网网络控制器、安全态势感知等组件，可以根据运营和维护的场​​景化诉求，提供易操作、可视化的功能模块，对网络进行智能化分析。



图 3-5：网络驾驶舱底座参考架构



3.4 加速网络智能化

城市网络走向智能化是大势所趋，网络驾驶舱是网络的智慧“大脑”，需要赋能网络智慧。通过服务运营智能化，更智能的理解用户诉求以及业务场景，提升复杂应用场景调度能力，提升网络服务的体验，提高网络运营的效率；通过网络运维智能化，优化网络维护的效果，让网络能够更好地满足用户和业务灵活多变的业务诉求，让网络更加健康、安全和高效，走向自智网络：

» 服务运营智能化：面向多元复杂的网络服务场景，可以自动化抽取适合该场景部署的小模型，在特定的场景，需要对 AI 模型进一步优化和重构，以适应环

境需要。做到针对不同业务场景需求，快速响应、动态按需适配，实现从需求到智能化服务的快速迭代、敏捷应用短闭环。通过智能服务运营，快速认知理解用户的意图，为用户提供更好的服务体验；让运营更加精准和支撑科学决策，支撑商业运营目标的达成。比如视频会议重保服务，通过构建场景化的智能模型训练，能够智能识别用户会议终端接入，智能调度流量确保会议效果，并智能预判潜在的劣化风险，提供及时的规避和处置方案，从而把传统上需要大量专家人工保障的重保服务，变成免（少）人工参与的智能重保服务，释放人力的同时，提升保障效果，并能够同时保障更多场次的视频会议；

» 网络运维智能化：面向网络维护场景，基于专家库、知识库、经验库，把运维中的常见事项和流程模型化，从而通过智能化手段即可完成高效的网络运维，提升运维效率和效果。以网络故障排障为例，通过构造具备学习、固化与演进专家经验的网络大模型，生成故障图谱，快速定位到故障根因，达到提升投诉解决率，减少故障时间和故障发生率，进而减少人员投入。

网络驾驶舱由三层智能化模型构成，即网络孪生模型、网络运维模型、服务运营模型，且模型持续迭代进化。随着 AI 训练、推理走向“工业化开发、规模化应用”，使训练和推理更高效，使网络更智能，并不断创造价值。

» 网络孪生模型：是面向网络孪生的智能模型，包含公共应用模型、孪生互动模型、孪生建模模型、仿真模型。公共应用模型包含动态地图和智能搜索，城市网络中的每一张网都对应有一张动态地图，呈现一图可视、一站





图 3-6：城市网络智能模型层次架构

保障、一键调优、智能搜索功能，是每个城市网络走向智能化不可缺少的一环。孪生建模模型包含结构模型与行为模型，用于增加联动交互，形成数字孪生基础。仿真模型是仿真基础模型，包含系统仿真和仿真算法；

- » 网络运维模型：是面向网络维护的智能模型，包含故障分析模型、全栈监控模型、运维管理模型、安全管理模型。故障分析模型可以较精准的对故障进行仿真，并对仿真结果进行分析。变更仿真服务可以提前发现每一次错误配置，保证 100% 配置正确；智能预测能提前发现隐藏在网络中的深层次的问题；通过输入多种日志与监控构建的监控模型能更好处理工单与日常的监控任务；构建好的应急预案可以在日常运维流程固化的基础上构建智能化的运维管理体系；安全的管理模型用于防止恶意用户接入、篡改、破坏；
- » 服务运营模型：面向服务运营的智能模型，包含站点网络模型、应用网络模型、智能调度模型、网络加速

模型、网络运营模型。面向城市不同业务的联网、带宽、负载均衡等的网络服务，站点网络模型可以增强场景应用对网络基本的控制。对于应用相关的建模数据可以更方便的进行应用质差保障；智能调度模型通过调整成本 / 时延 / 丢包 / 带宽等不同的算法参数给网络重保业务保驾护航；网络加速模型具备压缩，缓存与 GRE 能力，可以节约专线带宽，增加利用率。网络运营模型具有流量、应用、拨测和分析能力，可以多方面保障可持续运营。

总之，网络智能化将使得自智网络逐步走到现实，可以根据用户意图实现业务自动部署，根据用户体验自适应调整优化网络，预测预防故障并基于事件自我恢复，网络功能自适应、自学习、自演进，为用户提供更加优质的网络服务，并创造更大的网络价值，同时，达到成本和效率的平衡。



04 城市一张网的 “3虚拟网”

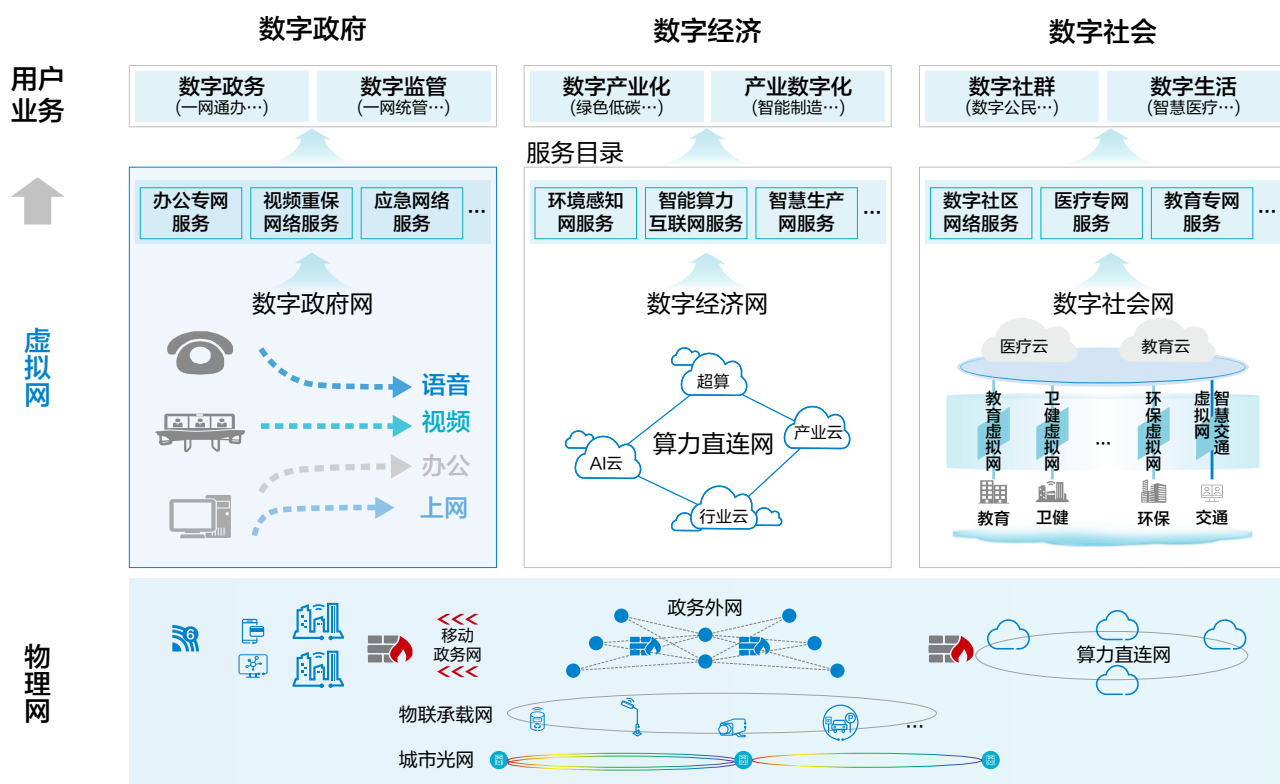


图 4-1：三张虚拟网

虚拟网是在多个物理网络基础上，根据用户业务需求和体验跨越不同的物理网络，为用户提供的一张端到端的虚拟网络。虚拟网面向用户屏蔽了底层物理网络的差异性和复杂性，通过网络服务运营平台向用户提供“菜单”式的业务场景网络服务目录，用户根据需求一键式选择自己所需要的网络服务。从智慧城市主要业务领域划分，可以分别面向数字政府、数字经济、数字社会构建相应的虚拟网络。

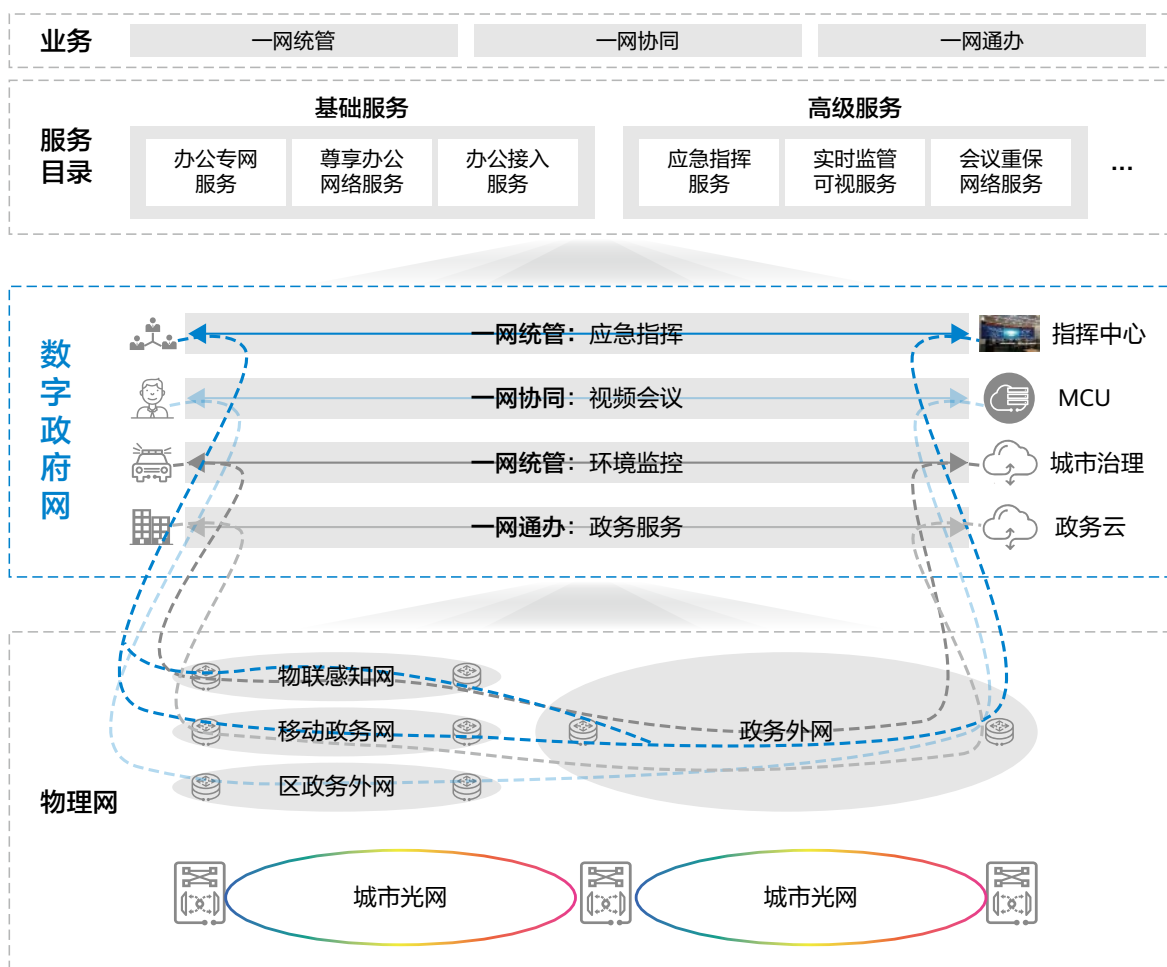
虚拟网的价值主要体现在以下四个方面：

- » 业务需求驱动、用户体验驱动：以满足数字政府、数字社会、数字经济等关键业务差异化网络需求为根本驱动力，保证用户在任何时间、任何地点都可以使用不同类型终端受控访问城市的特定信息，以业务体验和技术领先双轮驱动网络建设；

- » 基于业务场景的服务目录：随着城市数字化转型的深入，业务快速变化，对网络提出了业务即插即用、差异化体验等要求，快速满足业务数字化转型的时效性和用户 / 业务体验，让用户 / 业务像用水、用电一样使用网络；
- » 一站式服务，屏蔽物理网络复杂性：通过服务屏蔽多张网、网络技术、承载方式的复杂性，用户只需要提出自己的网络要求即可，不用关心需要几张网、什么技术实现，提供一站式网络服务，从而为用户选择服务提供更大的便利性；
- » 基于用户的端到端服务：网络要能提供统一的网络服务，实现服务 SLA 承诺及服务体验保障，提供任何地点、任何时间的无差异、端到端网络体验服务。

4.1 数字政府虚拟网

数字政府业务包含一网统管、一网协同、一网通办等多种类型业务。业务的云化和集中化，带来了远比传统网络更为复杂的业务环节，提出了不同行业业务对接入方式、传输速率等指标的差异化需求，需要强大的城市数字化底座提供支撑能力。数字政府虚拟网通过建立运行机制来连接不同管理机构的业务逻辑，以全覆盖的城市光网、无线网络、政府专网、物联网络等各式网络为“神经纤维”，构建面相数字政府领域的横向到边、纵向到底的网络服务体系。



- » 基础服务：提供委办单位跨网业务打通、委办园区接入、网络安全隔离等基础网络服务；
- » 高级服务：在基础服务的基础上，提供应急指挥、会议重保、监控可视、回放、仿真等增值服务能力；
- » 一站式：提供不同委办单位业务生命周期内的网络诉求，让政务客户获得最优体验；
- » 端到端：负责连接委办单位、园区出口到终端 / 云网关之间的整体网络服务，客户无需感知中间经过哪个物理网及网络能力情况。

例如一网统管中，需要不同政府部门业务系统、不同网络互联互通、相互协作，通过利用大量有效信息辅助城市管理工作的实施与决策。比如，城管部门可通过水位检测感知设备和视频图像，实时监测暴雨天气城市积水情况，准确把控预防城区内涝，及时调度指挥。交管部门通过获取到的信息及时疏通道路，帮助公众避险。该业务数据传输涉及跨物联感知网、政务外网、城市光网等多张物理网络，用户可以在网络服务运营平台上通过网络服务目录选择所需要的网络服务，即可满足实际业务中多网络协同的需求。

数字政府虚拟网为政务业务提供“好用爱用”的网络联接服务，为管理者、运营者、使用者带来以下价值：

- » 统筹规划，一网多用，多网协同：以一网统管、一网协同、一网通办等关键业务需求为导向，以集约化和服务化为目标，建设一张能力全面、一网多用的网络，基于联动指挥、视频会议、多网协同等上层业务特点提供对应的服务目录，在保障多种用户体验的前提下，实现经济性和资源利用效率最优；
- » 统一运营，深化政务业务服务体验：针对一网统管、一网通办、一网协同业务，网络要能提供统一的标准化网络服务，实现服务 SLA 承诺及服务体验保障，提供任何地点、任何时间的无差异网络体验服务，同时，保证网络可管理及可维护性，促进政务业务从“可用能用”向“好用爱用”持续深化；
- » 重点业务体验无忧：统一拉通，业务即插即用，实时感知视频会议、多网协同、应急等业务端到端网络质量，灵活适配，按需调整、一键调优，保障业务全程“不中断”，实现跨地域、多终端接入无差异的网络体验，提高城市治理体验满意度。



4.2 数字经济虚拟网

数字经济虚拟网服务于数字经济，通过连接城市各个算力中心和产业能力资源中心，为用户提供高效、高速、安全的连接服务，畅通算力通道、释放数据要素潜力，助力数字经济高质量快速发展：

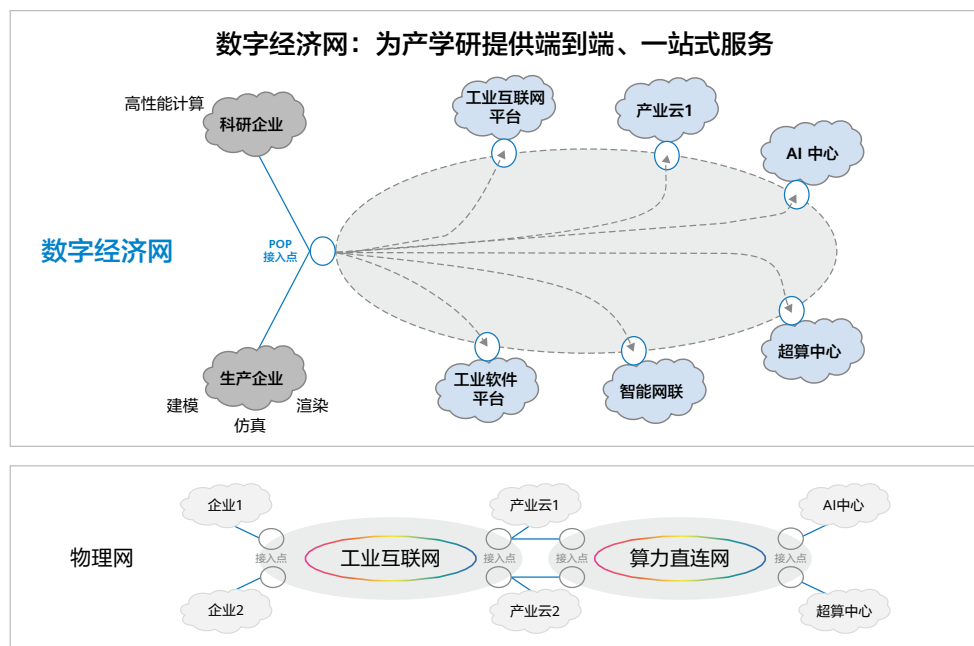


图 4-3：数字经济虚拟网的构成

- » 基础的业务需求服务目录：保证数字经济的产学研用户在随时访问算力中心和产业能力中心资源，以业务 SLA 承诺和用户体验驱动网络建设和升级；
- » 重点业务场景的服务目录：随着产业数字化和数字产业化的深入，算力和产业能力资源中心的业务快速变化，尤其是并行计算等重点业务场景，对网络提出了业务即插即用、极低时延等要求，让用户像用水、用电一样使用网络，让算力资源像水电一样“随取随用”；
- » 一站式服务：通过提供一站式网络服务的方式，屏蔽多张网、网络技术、承载方式的复杂性。比如屏蔽工业互联网、算力直连网、科创网、光网等多张物理网络的复杂性，对外提供一站式服务；
- » 端到端服务：提供任何地点、任何时间的无差异、端到端网络体验服务。比如提供智算连接、超算连接、工业软件连接、算法连接等，用户不需要关心超算网关、工业软件等的连接方式，即可享受网络体验服务。



4.3 数字社会虚拟网

数字社会面向人民群众，突出为民、便民、惠民的基本需求，涉及政府主管单位、企业、基层组织等多方参与者，需要整合各方资源，提供高度整合、集约的管理和服务机制，厘清各方的关系和职责，充分利用现有资源，加强网络基础设施的集约化建设管理，由市、区相关部门统筹，开展统一的建设、运营和服务开放，从而有效的避免“数据孤岛”的形成，畅通数据共享渠道，推进市、区等纵向垂管业务系统互联对接和数据共享交换，横向将各类自建业务系统打通，实现自建系统业务数据、垂

管系统业务数据、物联采集数据的统筹归集和全面整合，提高资源配置和利用效率。

数字社会虚拟网最重要是体现公益性和社会效益，并且面向的群体分散且多元化，还要具备数字包容性，对长期可持续运营的要求也很高，因此，需要政府侧发挥强有力的主导作用。既要让运营企业能回收建设、经营成本并获取合理的回报，还要使运营企业有持续优化网络服务能力的动力。

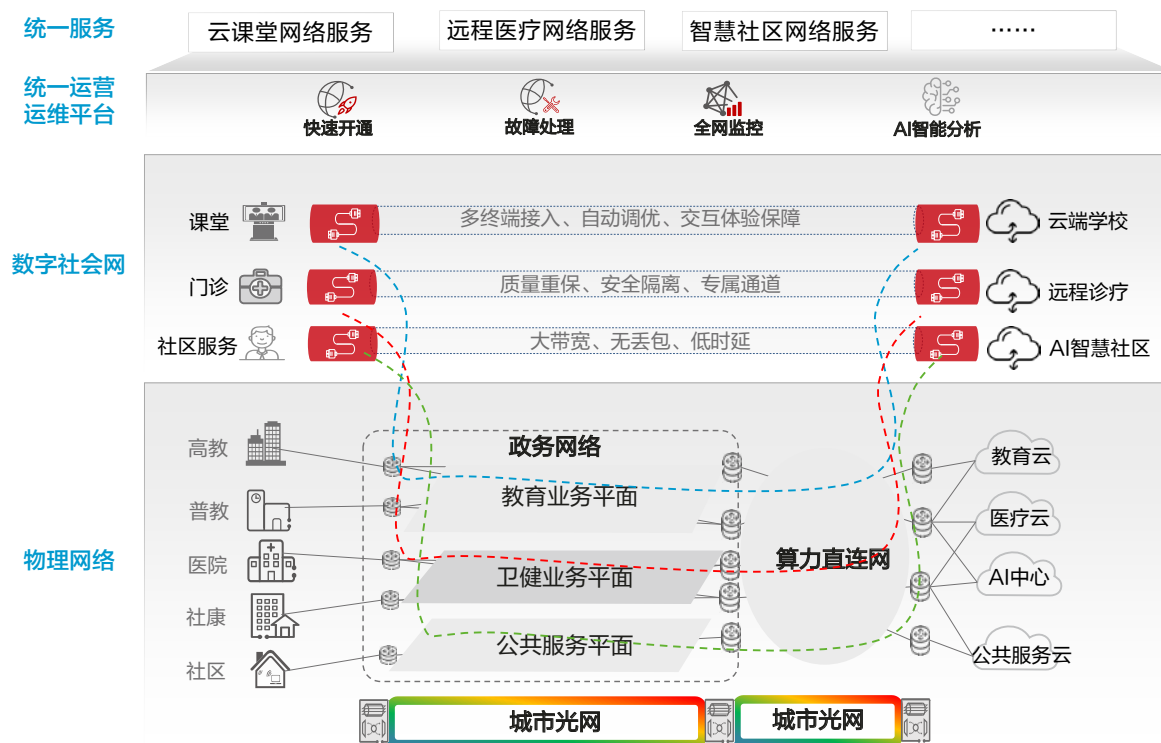


图 4-4：数字社会虚拟网

数字社会虚拟网为教育、医疗、社区等提供覆盖广泛的基础网络联接，保障用户体验和基于业务场景提供一站式服务。比如为智慧课堂的VR/AR教学提供极速超宽的弹性网络服务；为远程医疗会诊提供即插即用、无损传输的高可靠网络服务；为智慧社区提供各类应用综合承载、高性价比的网络服务等。

数字社会虚拟网最重要是把服务于民生的公共网络基础设施归类整合，明确投资和运营主体，确定运营模式，并探索建立基于多元参与、数据融合的“共建、共治、共享”的治理和服务新模式。当前常见的投资运营模式有三种：政府投资建运模式、市场投资建运模式、政企合作模式。

- » 政府投资建运模式：政府从公平、普惠的角度，为了更好地达成公共基础服务的普遍能力提升，减少不同区域、不同主体资源发展不均衡的问题，由政府出资对网络进行统一规划部署，比如某些城市的卫生健康网、教育城域网由全市统一出资或市、区分级出资统一建设和运营，项目整体由政府主导，政府通过联合多个部门发布指导文件或制订标准规范。该模式的优势是政府拥有绝对的控制权，建设标准统一，但对专业运营能力要求高，一般只能满足基本需求，无法提供更优质、精细化、个性化的网络服务；
- » 市场投资建运模式：该模式由企业完成项目的投资、建设和运营，所有权归企业所有，企业通过提供产品或收费服务来回收投资并获得回报。比如大部分城市的基础民生类网络服务由电信运营商提供，充分发挥

市场的效率、经验和服务优势，让人民群众能够享受到更优质的服务，但对于可持续的盈利模式和运营能力要求较高，同时缺乏统一的规范、协调和监督，市场服务质量参差不齐；

- » 政企合作模式：该模式鼓励社会资本与政府合作，参与公共网络基础设施的建设和服务供给，一般由企业负责市场化运营，政府对缺口进行补助服务，即政府和社会资本合作（PPP）模式。该模式明确界定政府和企业的权利与职责，双方通过优势互补和权益共享来提供更多优质的公共产品和服务，可有效解决财政建设资金短缺、优化政企资源配置、提升公共服务质量。可由政府主管单位统筹，统一定义服务目录，实现多元共治的集约化管理，并且发挥市场机制作用，实现可持续的长效运营和服务，这将是未来主流的建运模式，部分城市已经率先在教育专网、医疗专网、智慧社区专网等采用该模式，并取得很好的效果。

对于教育专网、医疗专网，随着教育资源云化和平台化、区域医疗卫生服务 GMIS 的规模推行，要做到全市范围内网络能统尽统，从而从数字基础设施角度为解决教育、医疗资源发展不均衡提供必要的前提条件，并为数字化和智慧化转型提供助力。

对于智慧社区等基础民生类公共服务领域，政府要不断推进模式创新，让社会资源更有热情和动力参与到网络基础设施的建设和运营中来，政府可以提供更多的政策指导、经营授权、补助资金等支持，从而不断提升服务质量和水平，加速和谐社会和数字生活建设。





05 城市一张网的 “N物理网”

5.1 城市光网



► 5.1.1 城市光网是城市的第 5 张基础网

城市光网是智慧城市的数字基础设施，服务于数字政府、数字社会、数字经济，支撑智慧政务、城市治理、公共服务和数字孪生，与水网、电网、气网、路网等传统基础设施处于同等重要的地位，是城市的第 5 张基础网。

当前城市光网普遍采用 F5G 技术（F5G 是由我国主导的第五代固定网络国际标准），其具备超大带宽、超低时延，极致体验的三大特征，支撑智慧城市可持续高质量发展。

F5G 城市光网作为智慧城市关键基础设施，具备政府统筹基础性、公共服务性、可持续运营性、适当超前性等四大特征。

政府统筹基础性：

城市光网为数据业务网提供高速信息传输通道，架构相对稳定，应当由政府统筹规划，先于各业务网络建设和运营。

公共服务性：

在智慧城市发展过程中，城市光网为具备公共服务属性的广大行业及中小企业提供基础网络支撑，保障智慧教育、智慧医疗等优质服务资源的普惠性、公平性，保障中小企业的普惠算力、普惠连接需求。

可持续运营性：

城市光网广泛服务于数字政务、城市治理、数字经济、数字孪生等各类业务需求，包括政务办公上传下达、城市视频数据的无损回传、企业服务信息的有效获取、全域物联感知的泛在连接等，其承载的业务网络需求多样，基于城市光网统一运营、持续扩展。同时，城市光网具备安全隔离的特点，多张事关国计民生的业务网利用一张安全专用、多业务融合的城市光网来承载，实现了集约化运营的效果。

适当超前性：

城市光网高品质的运力能力，满足政务 AI 大模型、城市治理大模型、数字孪生应用、生物制药、高端制造等高精尖企业的超大带宽、超低时延需求，满足智慧城市持续高质量发展的诉求。

随着 5G、物联网的规模应用，万物上云、万物互联使得网络规模不断扩大、带宽不断提升，通过统筹规划，集约建设统一、高效的传输链路，避免重复链路租赁，节省光纤等基础设施资源，是未来精细化治理、集约化建设的发展趋势。因此，需要利用 F5G 技术建设城市光网，推动基础信息网络的升级改造，构建一张安全的全光基础设施，实现多网合一、安全传输、按需扩展、高效运管。



► 5.1.2 城市光网的实现路径

城市光网的实现路径有两种模式：

» 模式 1：一张光网绘到底，统筹规划，统筹建设，统一运营

基于一张蓝图绘到底的价值理念，城市光网的规划一步到位，从云 / 算力节点到市级骨干，到区级汇聚，到街道 / 园区，实现四级覆盖，保障政务网、行业专网、视频监控、算力网络、物联感知的全业务运营。

» 模式 2：以业务需求为导向，由政务外网 / 视频专网 / 物联感知网逐步扩展和延伸

根据智慧城市发展的不同阶段，城市光网建设优先匹配当前业务需求，先期以政务外网 / 视频专网 / 物联感知网为主，后期利用城市光网弹性扩展的优势，逐步扩展和延伸到全业务运营。

城市光网的投资建设方式有自建和代建 2 种：

» 自建模式：主体为政府（管委会），由政府投资，Capex 模式，一般由政数局及其信息中心建设和运营，如深圳政务光网、南京政务光网、深圳龙岗区光网；

» 代建模式：主体可以为地方城投、数字城市平台公司以及各类运营商等。由政府购买服务，Opex 模式，城投或运营商垫资代建，如昆明城市光网、雄安城市光网。

城市光网的建设规划：

» 业务安全隔离：一般根据敏感程度、颗粒度大小进行分类，敏感型大颗粒（如视频专网、算力直连网）、敏感型小颗粒（自然资源专网）、非敏感大颗粒（教育、卫健）这 3 类业务网一般都采用独立波长进行承载，基于波长级的光切片技术构建端到端的物理隔离网络。对于其他需要隔离的业务宜采用时隙方式隔离；

» 带宽与品质保障：宜采用百 G 波道构建市、区骨干传输线路，预留波道扩展能力，构建大带宽、可升级的网络能力。对于算力业务宜采用一跳直达方式连接

算力核心节点，利用全光技术打造 1 毫秒城市时延圈，保障确定性低时延；

» 组网与延伸：核心节点根据政务核心机房、数据中心等进行选择，考虑主备、双活等核心节点扩展。在市级组网中一般每区设置一个汇聚节点，在区级组网中一般每街道办设置一个汇聚节点，并按需扩展。汇聚节点与核心节点之间应采用环网架构，并基于光传输网的保护功能，提供完善的保护措施，提升组网的可靠性。对于重点单位和园区的接入，同样采用环网架构，构建汇聚节点到重点接入单位（园区）的高品质光传输网。对于海量物联和视频的回传网，宜采用星形全光网的方式，统一接入到汇聚节点，形成核心 - 汇聚 - 接入全光一张网；

» 光纤建设：光纤及其管孔资源是城市信息化建设的重要战略资源，也是城市光网的重要组成。光纤建设一般采用自建和租赁 2 种方式，宜采用环路光纤拓扑，避免同沟同缆，保障网络可靠性。

► 5.1.3 城市光网的持续运营

基于可持续运营，宜将数字政务、城市治理、数字经济、数字孪生等业务逐步导入到城市光网上，发挥城市光网超大带宽、超低时延、安全隔离的高品质优势，实现统一、集约化的运营。



5.2 政务外网



► 5.2.1 政务外网走向政务一张网

中共中央、国务院，印发《数字中国建设整体布局规划》，畅通数据资源大循环、打通数字基础设施大动脉，同时数字政府业务内容呈现爆炸式增长（数字孪生 CIM、视频会议、专网整合、一网通办、一网统管、市区协同等），对政务外网提出多种诉求：

- » 数字孪生城市 CIM 业务：国务院在 2023 年 6 月 23 日印发《关于加强数字政府建设的指导意见》，探索城市信息模型、数字孪生等新技术运用，提升城市治理科学化、精细化、智能化水平，完善自然资源三维立体“一张图”等。需要网络能够支持超宽、低时延和市区一体调度能力，满足政务云 /CIM 应用对算力的供给需求，同时需要政务外网能够增加网络带宽，提高网络接入覆盖，保障跨网协同质量，承载物联网数据，满足全市用户使用 CIM 应用；
- » 非涉密专网资源整合：在国家专网整合的整体背景下，各省都提出了专网整合的要求，例如广东省提出按照“共网”模式推动全省政务外网运作架构重构升级，打造数字政府新型电子政务外网。要求政务外网满足管理指标（发展、规章、人员、项目等）、建设指标（覆盖、架构、承载、接入、安全、IPv6 等）、运营指标（平台、成效、服务、运营能力等）、运维指标（保障、应急等）等各项发展评估指标，其中网络建设指标覆盖（市、区、街道、社区四级全面覆盖；事业单位、

党群 / 政务服务中心覆盖 90%)、带宽（市、区骨干带宽万兆）、承载（支持一网多平面）、IPv6（四级网络全面支持 IPv6），支持数字政府改革建设；

- » 固移综合承载：移动审批、掌上登录政务应用、无纸化办公提高效率；地质灾害等现场指挥提高救援效率，临时政务增强民众获得感；手持式移动执法仪，现场取证，机动处置提升基层实战能力；需要政务外网增加移动政务平面，充分发挥移动政务应用优势，做好固移综合承载能力建设，助力政务服务“一网通达”；
- » 网络安全法规：网络作为政务基础设施，安全的重要性不言而喻，《国家电子政务外网安全等级保护基本要求》明确“地（市）级城域网应达到安全等级保护第三级要求”；电子政务属于“关键信息基础设施”，贯彻落实“关键信息基础设施安全保护条例”，推进关键信息基础设施安全保护制度建设，统筹协调有关部门建立网络安全信息共享机制，及时汇总、研判、共享、发布网络安全威胁、漏洞、事件等信息；同时 2022 年 7 月 1 日，国家电子政务外网管理中心发布《政务外网终端一机两用安全管控技术指南》（GW0015-2022）标准，该标准针对各级政务部门终端“一机两用”接入政务外网的情况，针对广域网、城域网及局域网，构建边界检测、边界控制及终端安全管控能力提出具体技术要求；



» 全市一盘棋：市电子政务外网管理平台需要汇集各区、各委办局网络资源信息，实现一网可视；向上对接省管理平台，支撑全省“一网统管”；向下对接区管理平台，汇集全市网络资源信息；具备跨域业务快速开通、定界定位的能力，保障市区之间的业务稳定可靠，提升运维能力，提升跨域业务 E2E 质量实时监控感知能力；全面提升市区智能运营、运维场景化保障能力，为全市各厅局委办单位快速提供网络服务和数据服务。

面向以上诉求，目前政务外网还存在一定差距，例如政务外网建设还是分段烟囱式建设，建设标准不统一，无云间政务 DCI 网络，网络带宽不能满足业务诉求，无法覆盖新业务，没有统一的政务外网管理办法，同时缺乏面向委办局业务标准化服务运营体系，随着大量接入委办局业务接入，网络服务提供及运维管理难度加大，需

要进一步提升运营运维效率；当前的政务外网以技术驱动、支撑政府办公为主，缺少远期规划，难以满足持续增长的业务对网络的需求，例如市、区如何协同，快速满足业务上线；另外，当前被动的提供网络联接，用户需求落地周期长，业务开通慢、网络体验差。

因此政务外网要以业务驱动为主，架构灵活、开放，要能够承载政府关键核心业务，实现多业务一网承载，不但要承载当前的业务，还要易于承载未来的业务，扩展性强；需要以用户为中心，主动为用户提供网络服务、统一运营、实现业务即插即用；政务外网要顺应政府数字化趋势，解决上诉关键痛点及诉求，需要站在全市的角度统筹规划、顶层设计、统一运营，一张蓝图绘到底，提供一站式服务和运营，提升用户体验，显性化网络价值，从市、区分段的政务外网逐步走向全市统一顶层规划的“政务一张网”。

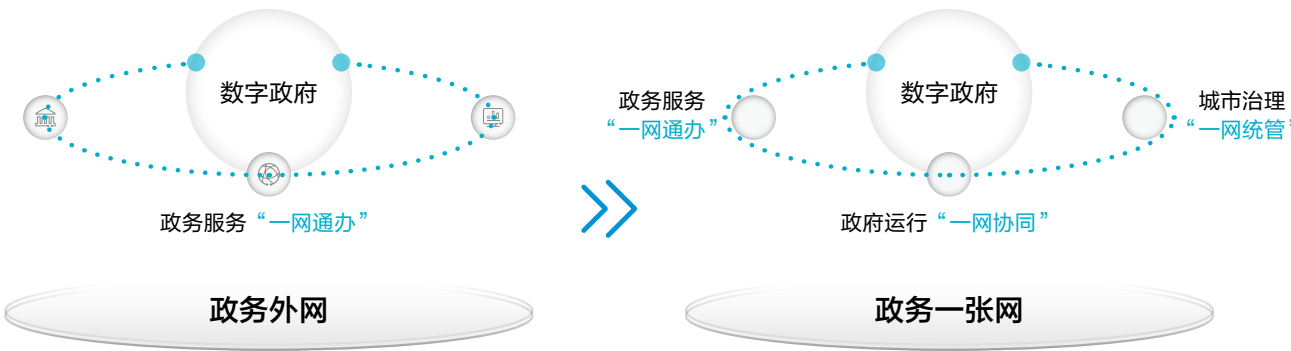


图 5-1：政务外网走向政务一张网

服务化运营

集约化建设

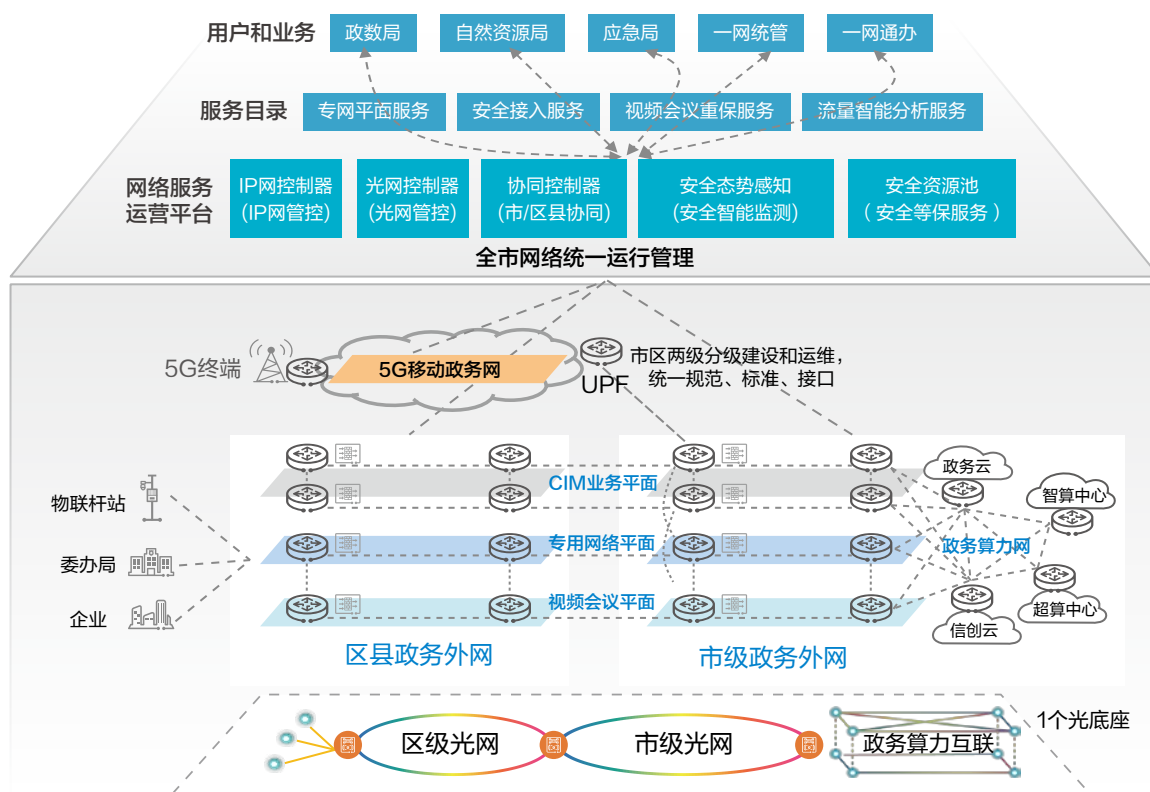


图 5-2：政务一张网目标网架构

政务外网不但要“建好网”，还要“用好网”，因此政务外网需要集约化建设 + 服务化运营双管齐下：

- » 集约化建设主要以网络为中心，在规划、建设、维护、优化全生命周期从顶层构建目标网蓝图、总体架构、建设标准，并且通过网络技术不断丰富服务体验；基于业务诉求进行政务外网目标网顶层规划，确保网络架构灵活、智能、开放、可扩展性强，快速满足上层网络服务上线，为用户提供一站式、端到端的网络服务。无论是否全市统一运营，市、区都要按照管理者制定的网络建设标准进行建设，为上层服务提供一致性的网络能力，逐步向横向和纵向网络进行拓展，实现全市建设统一；

- » 服务化运营主要以用户为中心，业务驱动，构建服务定义、服务运营、服务优化全生命周期的能力，管理者制定相关的管理考核机制的制定，运营者在机制的框架下通过需求建模、服务设计等形成对应的服务目录，同时一切以数据说话，运营者把服务目录、服务运营流程及服务考核标准固化到数字化运营平台上，实现可视化量化的管理；通过服务化运营进行市、区及多网协同，屏蔽底层技术的复杂性，高效横向拉通多业务部门，纵向拉通市区、多网等，快速满足持续增长的业务对网络的需求，最终实现网络从“能用可用”到“好用爱用”。市级的运营平台先行，明确服务接口标准规范，然后个别有能力的区县可以按照市的标准规范进行自主运营，最后实现全市统一运营。

► 5.2.2 政务外网集约化建设

服务驱动网络不断向目标网迭代演进，服务能力不仅依赖于运营和运维水平，高品质的服务还依赖于先进的网络，落后的网络会限制服务水平提高。通过定义服务标准，明确服务 SLA 和服务体验指标，让用户实时、一站式获得优质的网络服务，从而推动网络覆盖、网络技术的升级演进，驱动建设者按照统一的标准进行网络建设。服务化发展不断牵引网络建设标准化，推动网络技术的升级演进，同时网络技术的更新和应用也有力的支撑了高质量服务的提供，从而实现良性可持续发展。

服务视角驱动网络视角在规划、建设、维护、优化全生命周期的目标网蓝图、总体架构、建设标准，基于业务诉求进行政务外网目标网顶层规划，确保网络模块化、标准化、智能化、开放，快速满足上层网络服务上线，为用户提供一站式、端到端的网络服务。

模块化：

- » 区县接入模块：为全市区县提供网络接入和边界安全服务；
 - » 园区接入模块：为集中办公区、院外单位和外部单位提供网络接入和边界安全服务，根据委办局园区位置就近接入政务网络汇聚设备；根据园区规模和业务重要程度，采用双设备双链路接入、单设备双链路、单设备单链路等接入方式：
- 1) 模式一：“基本服务”。为接入单位提供“基本服务”，接入单位自行建设“最后 100 米”，自

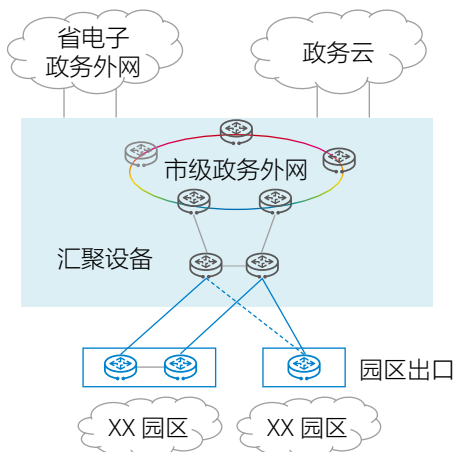


图 5-3：模式一

- 行管理和运维其接入设备和链路，应具备边界安全护能力，并遵循全市统一的 IP 地址规划和管理要求；
- 2) 模式二：“一站式服务”。为集中办公区和重要委办局提供“一站式服务”，政务网络直接延伸至“家门口”，运营者提供接入设备、边界安全服务和链路，同时提供运维服务；

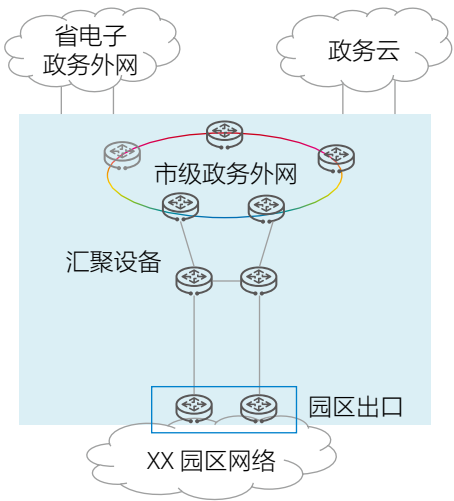


图 5-4：模式二

- 3) 模式三：“视频会议服务”。重要视频会议要求视频会议终端、MCU 直连园区出口路由设备，提供端到端视频会议质量检测 and 故障实时定位服务，避免因园区网络故障导致视频会议中断，同时提供运维服务；

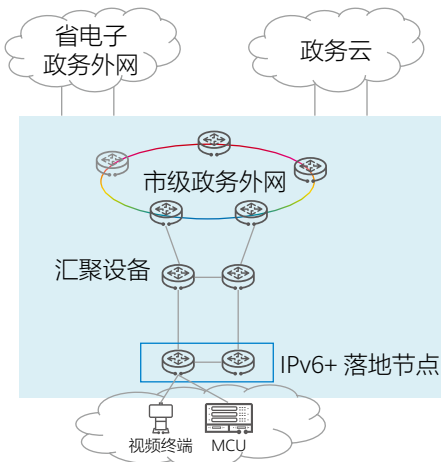


图 5-5：模式三

- » 专网接入模块：为专网和政务外网对接提供网络接入和边界安全服务；
- » 出口模块：为省政务外网、政务云、5G 专网和互联网提供网络接入和边界安全服务。

标准化：

- » 园区接入标准：基于园区规模提供高（双设备、双链路）、中（双设备、双链路）、低（单设备、单链路）三档接入标准；
- » 广域对接标准：统一口子型组网、路由互通，覆盖区县接入、专网接入（对接）、出口模块接入等；
- » 业务承载标准：
 - 政务业务：提供公共 VPN 接入服务，如一网通办业务
 - 专网业务：提供 2 种服务模式，包括专网 VPN、专网 VPN+ 切片；
 - 视频会议：提供视频会议切片 + 视频公共 VPN 服务。

- » 独立 IP 物理层：政务外网不直接承载“带宽流量大”、“安全暴露面大”等业务，如视频大联网、物联感知网等，建议与政务外网基于统一光底座独立建设。

智能化：

- » 基础智能：网络质量和业务质量实时感知、智能调优（带宽 / 时延 / 丢包）；
- » 高阶智能：智能排障（视频会议质差等）、AI 故障预测。

开放：

- » 服务化接口：网络控制器支持标准网络服务化接口（业务配置、业务质量监测数据）；
- » 可编程平台：敏捷开放可编程平台，现场开发，新应用即插即用。

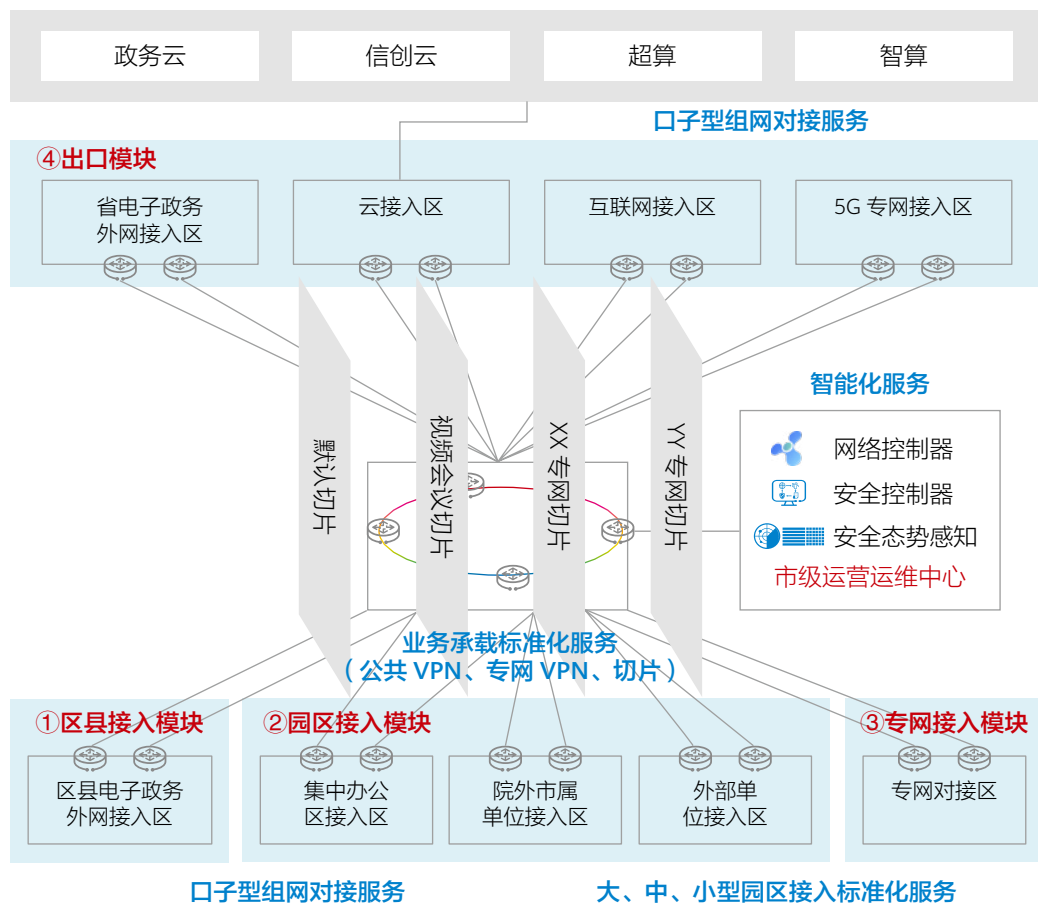


图 5-6 网络建设标准示例



5.2.3 政务外网服务化运营

标准规范、流程机制

基于现有的运维者和建设者关注的网络视角，增加管理者和运营者关注的服务视角，从网络视角转变成网络 + 服务视角；服务视角主要从服务的定义、运营、优化全生命周期构建相关的能力。管理者关注服务目录、服务监管和服务评价体系、服务能力持续提升等，运营者关注服务运营流程体系、自动化 / 智能化的运营平台能力。服务视角对网络提出新的要求，在网络视角构建政务外网目标网、运维体系和建设指南，保障服务视角和网络视角相互迭代促进，螺旋式上升，最终促进政务外网全生命周期高量、可持续的发展；

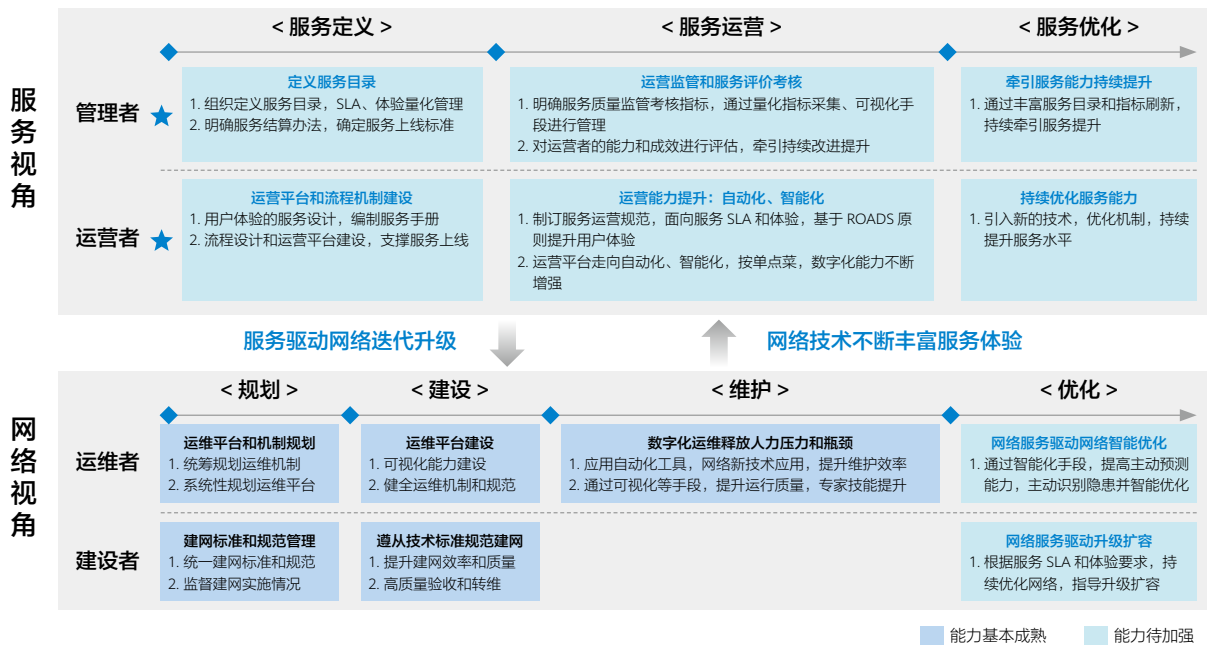


图 5-7：两个视角

服务化运营是长期的工作，针对两个视角，总结政务外网服务化沙盘，首先在整个政策、战略和方针等的全程保障下，从服务视角来看，管理者负责服务各种管理考核机制的制定，运营者在机制的框架下通过需求建模、服务设计等形成对应的服务目录，把服务目录、服务运营流程及服务考核标准固化到数字化运营平台上，实现可视化量化的管理；同时服务视角驱动网络视角在规划、建设、维护、优化全生命周期建立目标网蓝图、总体架构、建设标准，并且通过网络技术不断丰富服务体验。





图 5-8：服务化沙盘

服务目录

基于业务场景和诉求，总结提炼对应的政务外网服务目录，管理者制定全市统一管理标准和规范，进行市级平台先行，区级自主运营，逐步实现全市统一运营，网络建设者基于建网规范先行，一网多用，一体安全，区县基于市统一标准建网，覆盖镇街，最后横向纵向分阶段全市拉通。

政务外网服务目录是关键。政务外网主要面向数字孪生城市、视频会议和专网整合，通过关键业务对网络提出关键诉求，梳理整合后形成两大类差异化服务，6 大服务目录。第一类是基础联接服务，提供单域和跨区域的一站式网络联接；第二类是满足特定场景需要的高级服务。每一项服务都要量化服务 SLA 和服务体验，用户从主观的感觉变成显性化、可度量的评价，有利于服务质量的持续提升。



图 5-9：服务目录

服务 SLA 可承诺			服务体验可保障		
维度	B1：专用平面网络服务	B2：独享切片网络服务	维度	B1：专用平面网络服务	B2：独享切片网络服务
网络隔离	逻辑独立平面	物理独立切片	购买	在线订购	在线订购
保障时延	尽力而为	时延可承诺 ≤20ms	开通阶段	开通进度可视、服务验收	开通进度可视、服务验收
保障丢包	尽力而为	<10e-4	可视	业务 E2E 逻辑拓扑	业务 E2E 逻辑拓扑
开通时长	资源已覆盖开通时长 3~5 天 资源未覆盖开通时长 10 天	资源已覆盖开通时长 3~5 天 资源未覆盖开通时长 10 天	网络质量	隧道级 SLA 可视	业务、流 SLA 可视
MTTR	4H	2H	报障	服务自助 (一键报障、自助服务)	服务自助 (一键报障、自助服务)
可靠性	99.9%	99.99%	运行报告	无	服务管家 (服务运行状态周 / 月 / 年报告 / 建议)
			网络规划	无	带宽预测服务

图 5-10：服务 SLA 和服务体验

以市区协同服务为例，现在虽然政务外网要求集约化建设，但是市区网络还是分段烟囱式建设，跨级跨域协同比较困难，服务故障修复时间不可控，同时存在多方扯皮，没办法为用户提供一站式、端到端的服务；从以前的技术和运

维等网络层面的协同转变到服务视角的运营协同，在服务视角通过制定服务管理标准和服务评价体系，定义租户级服务 SLA(时延 / 丢包等) 质量可视等体验，达到高效协同的目的，实现网络服务质量端到端可管、可控、可视、可信。



图 5-11：市区协同服务示例

5.3 算力直连网

算力直连网是指在城市范围里，将所有可连接的算力资源互联互通，并对政府、科研机构、高校、企业等需求方提供服务。构建全国一体化大数据中心体系和“东数西算”工程的实施，在全国范围合理布局算力基础设施，统筹优化算力资源。全国多省份和地方城市陆续发布了一系列支持算力网络建设的政策，比如深圳市发布《深圳市支持新型信息基础设施建设的若干措施》、上海《新型数据中心“算力浦江”行动计划（2022-2024年）》、湖南《湖南省强化“三力”支撑规划（2022—2025年）》、山东《山东一体化算力网络建设行动方案》等，其目的主要解决低碳排放、多部门重复建设、算力变现难、资

源利用率不高的问题。

算力基础设施包括算力、算法（含算子、模型）、算据、算力直连网，其中算力直连网的价值是显而易见的：

- » 对用户提供服务，用户一次接入即可接入所有算力资源；
- » 算力资源统筹规划，政府统一管理，数据传输更安全；
- » 消除算力孤岛，释放算力潜力，促进数字经济腾飞；
- » 通过政策牵引，加快重点扶持的行业发展；
- » 释放被压抑的带宽需求，最终将使算力成为与水电一样，“一点接入、即取即用”。

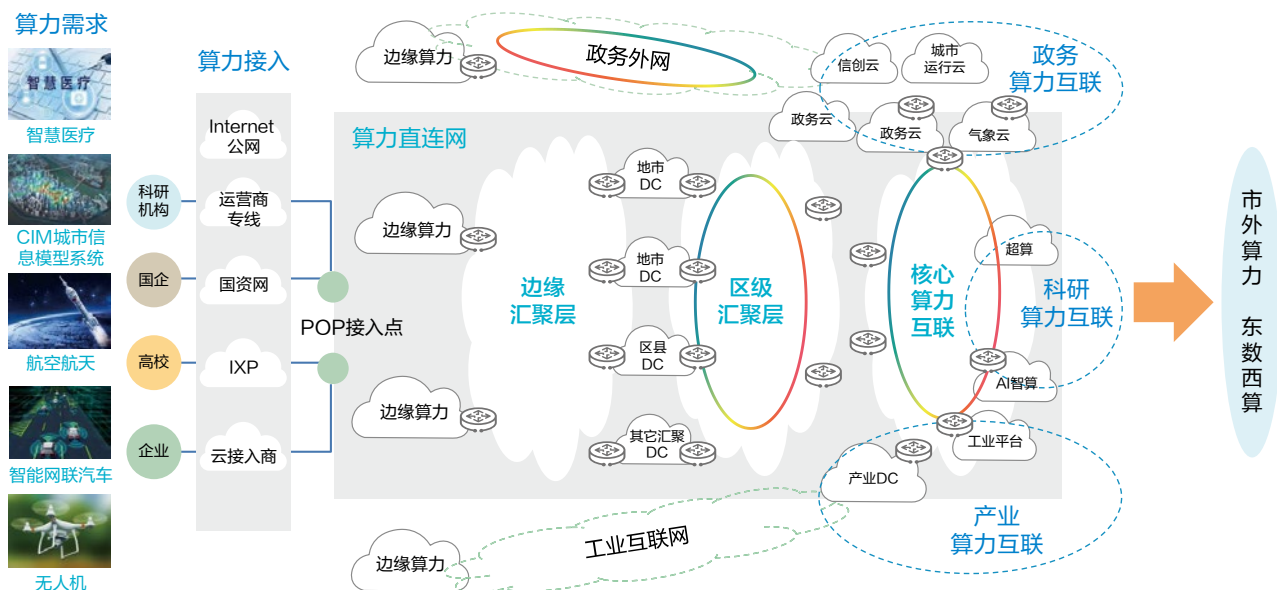


图 5-12：算力直连网



► 5.3.1 算力直连网的边界和特征

算力直连网既要负责算力资源的互联互通，又要完成数据的上传和结果的下载，因此它包含 DCI（数据中心互联）和 DCA（用户接入数据中心）；算力资源包括核心算力和边缘算力等；用户接入包括科研、企业等用户接入到算力资源池。政务的算力互联需求，在政务外网考虑，本报告描述服务于数字经济的算力直连网。

服务于数字经济的算力直连网应该具备的特征：

- » 算网解耦：一方面算力资源和网络资源通常情况下独立运营，另一方面，算力交易、算力度量、算力调度等尚未形成行业标准，网络是管道，类似高速公路，不关心路上跑的是客车还是货车；
- » 网络提供标准服务：用户需求千差万别，因此提供标准的服务目录，供用户选择，比如点到点的共享带宽

服务、加密服务、业务开通可视服务等；另外，服务是有边界的，算力直连网网络服务范围一般不覆盖 DCN 内部也不负责园区和大楼内部网络连接；

- » 统一标准、统一运营：即使网络的建设市区是分开进行的，但是需要统一建设标准，未来可以拉通统一运营，统一管理；
- » 大容量：产学研产生海量的数据，包括交通数据、天文数据、基因数据等，这些大数据传输需要一张产业光网，提供超大带宽，承载科研大数据共享、大模型的算据传输等关键业务，加快数据传输效率；
- » 弹性带宽：当前政务和科研单位在使用超算中心或智算中心的算力时，由于经费有限，带宽很低，100Mbps 带宽传输 30TB 的数据需要 1 个月时间，而如果网络具备有 100Gbps 弹性带宽服务，1 小时内就可以完成数据传输。

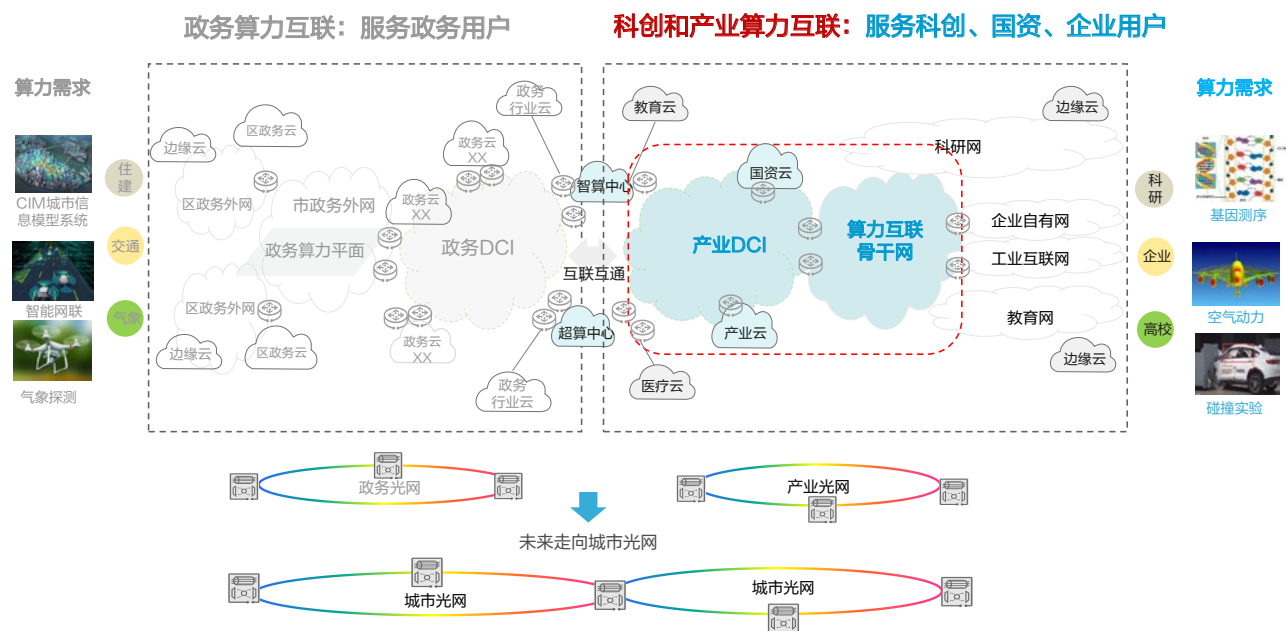


图 5-13：算力直连网

5.3.2 算力直连网的阶段实施建议

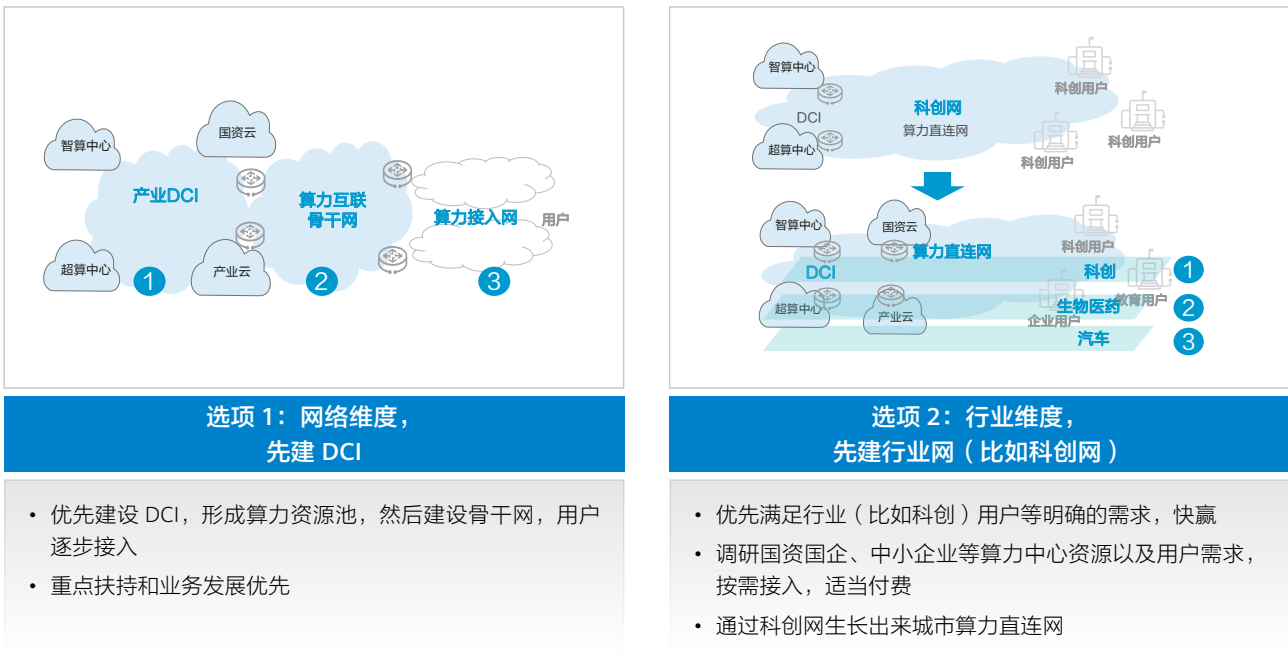
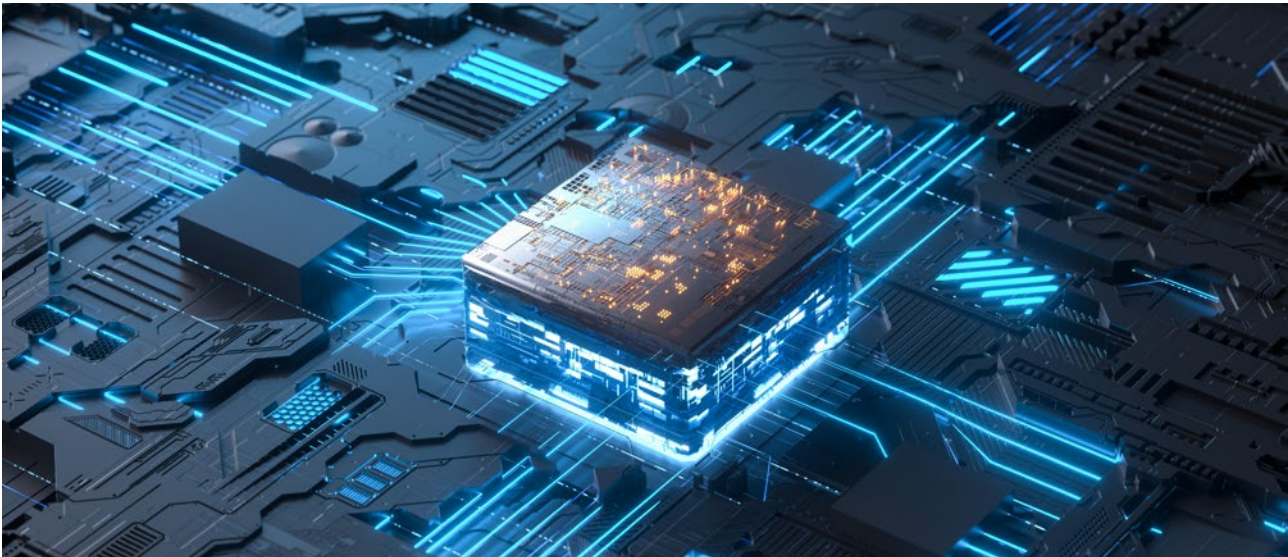


图 5-14：算力直连网的实现路径

算力直连网需要统筹规划、统一标准，有两种路径可以选择

» 路径 1：从网络维度入手，先建设 DCI，然后建设算力互联骨干网，再将用户逐步接入。这个路径的优势是优先将所有算力互联互通，形成资源池，困难是需要协调众多算力资源的归属单位，时间周期可能比较长。

» 路径 2：从行业维度入手，先建设一个行业，比如科创网，优先满足行业用户的明确需求。优势是快赢，很快就能搭建一个框架，包括了算力中心互联以及城市算力骨干，也包括了用户接入点位的覆盖，未来再基于这张网持续生长，比如新的算力资源中心的并网，以及覆盖更多的接入点位。





5.4 物联承载网

5.4.1 物联承载网的重要性

各城市在建设智慧城市感知相关业务时，由于涉及单位多、业务需求多、建设主体多以及项目节奏差异大等原因，各单位规划建设物联感知业务呈现了分散性建设、资源浪费成本高、数据共享难、利用率低、安全防护参差不齐等多种问题，这些问题都制约城市向智慧城市、数字孪生城市进一步发展。

物联感知体系，一般可以分为物联感知平台、物联承载网、物联接入网、物联感知终端、物联感知应用等多个部分。通常以网关为边界，网关及以下负责物联终端接入的为物联接入网，网关以上以 POP 点设备为边界负责对接各物联接入网的是物联承载网，物联承载网上行与部署在云内的物联平台对接。如下图蓝色标识部分为物联承载网。

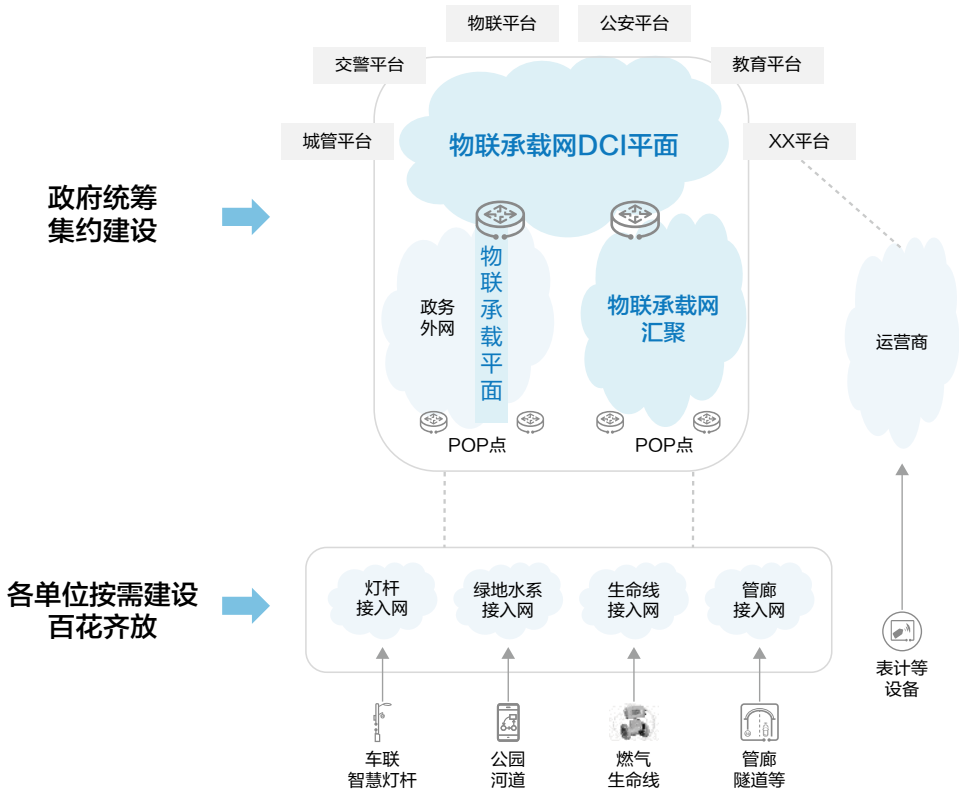


图 5-15：物联承载网示意图



各行业涉及的物联终端类别达数千种，其数据格式、接入形式非常繁多，不同单位的业务也各有各的专业性特点诉求，导致很难实现物联终端、接入网、平台的统一，但是业务数据承载回传的要求比较相似，因此建议行业按需建设物联终端、接入网，由政府统筹规划建设物联承载网。统筹建设物联承载网，可以为城市带来多种价值：

- » 一体管控：政府统筹集约管控，可以明确唯一的物联承载网络责任主体，网络责权清晰明确；
- » 节约成本：各单位单独建设承载网或者租用线路等，无法实现最佳资源利用率，统筹建设可以实现 Capex 最优；
- » 一网汇聚：各物联感知业务数据接入到同一个物联承载网上，可以更快捷的实现跨行业、跨站点、跨区域、跨单位的数据汇聚共享；
- » 数据鲜活：感知承载网按业务覆盖，网络连接更快捷，数据接入更加快速，城市物联感知数据鲜活可信；
- » 一体安全：网络进行统一的安全防护，保障各物联安全接入及数据加密传输，确保机密感知业务安全可靠；
- » 可持续发展：通过政策牵引，为更多的企业、单位提供优质好用的承载网络服务，促进物联感知体产业、行业可持续发展。

5.4.2 物联承载网的落地方式

物联承载网承载的业务涉及公安、交通、城管、燃气、水务等多个部门，终端包括摄像头、传感器、控制设备、红外雷达等多种类型，总体呈现泛在部署、多类型、多需求的特点，物联承载网需要从多种维度考虑出发，以满足各种感知终端接入物联承载网诉求：

- » 布局规划：根据各个城市物联感知对象、业务功能、接入用户数、数据量和网络流量等特征，将城市各区县划分成城市、小镇、社区、水域、森林等不同类型、不同层次、疏密度不同的数字网格，在每个网格内，设置物联承载网接入 POP 节点，为网格内的物联、视频等业务提供接入服务。按多个网格汇聚或者按区镇等行政规划，部署汇聚节点，多个汇聚节点连接到核心节点，整体形成层次化网络结构。不同的物联平台之间，规划物联承载 DCI 平面，物联承载 DCI 可以基于物联承载网或者政务外网来扩展延伸，实现平台之间的数据共享互通；

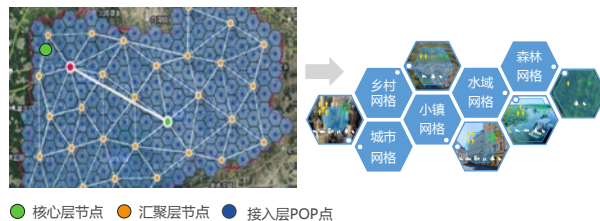


图 5-16 物联承载网数字网格规划样例



- » 综合承载能力：物联业务属于不同的单位时，客户会要求网络提供业务隔离方案，包括基于 VLAN、VPN 技术的软隔离方案以及基于切片技术的硬隔离方案；
- » 可靠性：物联承载网要实现感知数据的可靠传输，管理平台和终端的可靠的通信，需要从网络传输、部署环境、设备技术功能等多方面考虑其可靠性，确保业务无损；
- » 演进性：物联承载网可以根据城市的实际需要按业务需求分阶段建设，比如优先针对城市安全、道路安全、水域灾情等视频监控重点业务进行覆盖，并逐渐扩展到全市其他物联业务；
- » 可维护性：网络建成后，设备部署调整、业务配置、日常监控、排障等工作较多，需要网络具备可视化、自动化、智能化的运维能力，如网络状态快速感知、故障智能诊断等；
- » 安全防护：物联承载网接入多种业务，不同的终端等容易出现仿冒、攻击等问题，针对物联承载网要具备安全接入认证、边界防护及全网安全态势感知能力。

目前有两种物联承载网的建设方式：

- » 方式一：建设独立的物联承载网。比如雄安，在城市光网的基础上，部署基于最新 IPv6+ 技术标准的物联承载网。可以优先进行物联承载骨干汇聚部分的建设，再根据各平台业务互通情况建设物联承载网 DCI。这种建设方式可以更好的满足各行各业覆盖、承载、安全诉求，更便于未来的演进扩展；
- » 方式二：通过电子政务外网的物联平面承载。部分城市规划基于政务外网平面承载物联感知业务。通过切片等技术，实现物联感知业务的差异化保障及资源隔离要求。这一方式可以降低初期承载网建设成本，便于数据汇聚到政务云平台进行共享交换，但是也存在针对物联感知端覆盖规划不合理、业务多样化导致网络更加复杂、各种物联终端的接入对政务业务存在一定的安全风险等问题；

► 5.4.3 物联承载网的运营思考

各城市可以充分发挥政府的牵头主导作用，从更长远的城市发展的需求角度出发，不局限于追求短期资金平衡，由政府财政承担相应投入，按照标准化要求，完成物联承载网基础设施的集约化、规模化布局建设，为更多的城市数字孪生、一网统管等物联感知数字化应用业务提供相应的承载网络资源以及网络服务，从而发挥出物联承载网更大的价值。物联承载网的业务，可以分为三种类型：

- » 第一类，指令性业务。针对涉及到城市安全可靠的关键物联感知业务，比如桥隧、排水防涝、燃气、管廊、自然灾害生命线类业务，可以由政府指令性要求物联承载网的覆盖以及感知终端数据的接入，实现业务数据的优先承载、安全隔离，保障城市重点感知数据获取。指令性业务是一个城市的 TOP 业务，可以根据不同城市的实际情况进行差异化设定，这类业务可以由政府进行相应的资金保障，作为物联承载网最优先承载的业务；
- » 第二类，建议性业务。针对城市管理、城市治理、城市服务等业务，比如交通管理、环境监控、街道巡查、社区场馆等场景的管理监测等，可以通过政策进行牵引，同时提供相应的租赁优惠等，使其通过物联承载网进行承载。这些业务涉及的范围较广、数量大，可以极大地填充物联承载网业务以及流量，更好的实现资源利用率最大化，促进多行业的物联感知数据汇聚以及数据交互，从而促进数字孪生、一网统管等业务的快速发展；
- » 第三类，社会类业务。城市中除了上述两类业务之外，实际上还有大量的社会企业、单位的物联感知业务。这些企业单位在选择物联承载网的时候，会更多的考虑价格、网络服务能力等，物联承载网运营单位可以在政府政策的支持下，通过提供一站式的物联承载接入服务、数据加密服务、隔离保障服务等更多的服务内容以及优质的服务体验，获取更多的客户，通过市场化手段实现经营“造血”，作为政府投资的补充，促进物联承载网的商业正循环。

通过政策牵引，以及多样化、体验优的物联承载网服务能力，在保证城市关键业务承载的同时实现更多的商业循环，将会极大促进城市物联感知体系的持续发展。



06 城市一张网的 进一步思考



6.1 增强对城市一张网的 系统认知



城市作为一个有机生命体，有自身的发展规律。城市网络的发展要遵循这个规律，走向 城市一张网，核心原则是：需求牵引、业务驱动、融合协同、赋能决策、提升价值。要从“1 网”与“N 网”统筹协同、公共价值和商业价值共赢机制、空间规划与网络规划衔接、宏观与微观多级联动 4 个关键方面系统性地认识城市一张网。

► 推动“1 网”与“N 网”统筹协同

城市一张网，在网络视角，要从全市维度对多张物理网进行网络的统筹规划、建设，使网络形成统一规划、统一标准、统一架构，多网融合；在用户视角，对多元子网端到端拉通，提供一站式服务、一体化运营，从而实

现多张网，一本账，满足不同的用户和业务场景诉求，并实现多网合一的价值放大效果。

► 实现公共价值和商业价值的共赢共生

城市网络基础设施建设需要大量的资金，不能单纯依赖政府的公共财政资金投入，还要吸引社会资本投资，通过市场机制来加大基础设施建设并创造商业价值。因此，需要政府从城市维度统筹考虑网络基础设施的投资、建设和运营主体以及建运模式，兼顾政府关注的公共价值以及企业关注的商业价值，从而厘清各方的责任边界、权责关系、协同机制、评价体系等，从而从整体性的完整视角达到各个参与方的共赢，并形成价值创造的正循环。

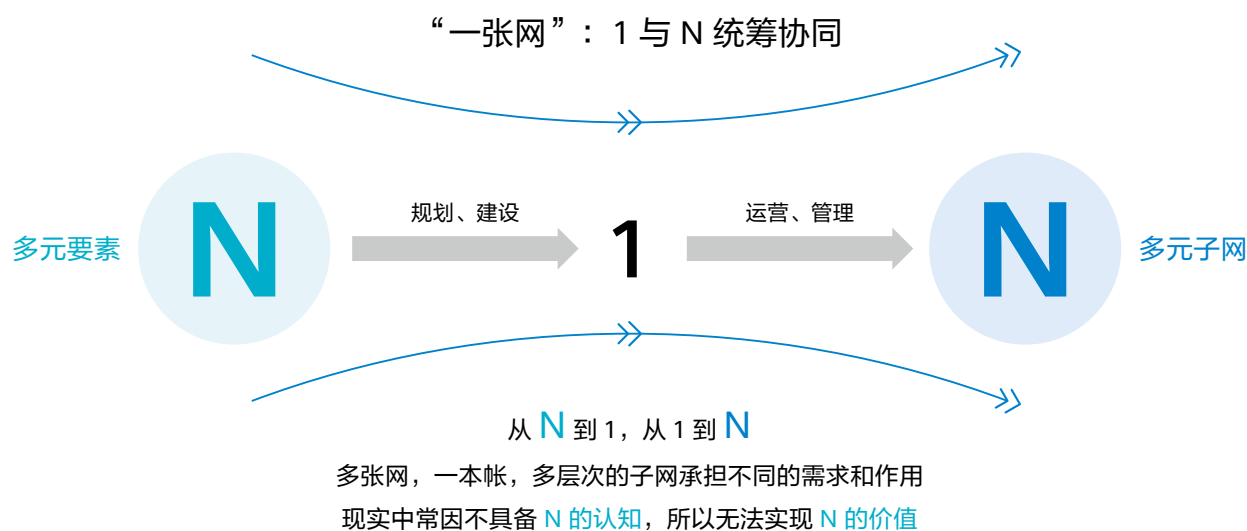


图 6-1：“1 网”与“N 网”统筹协同

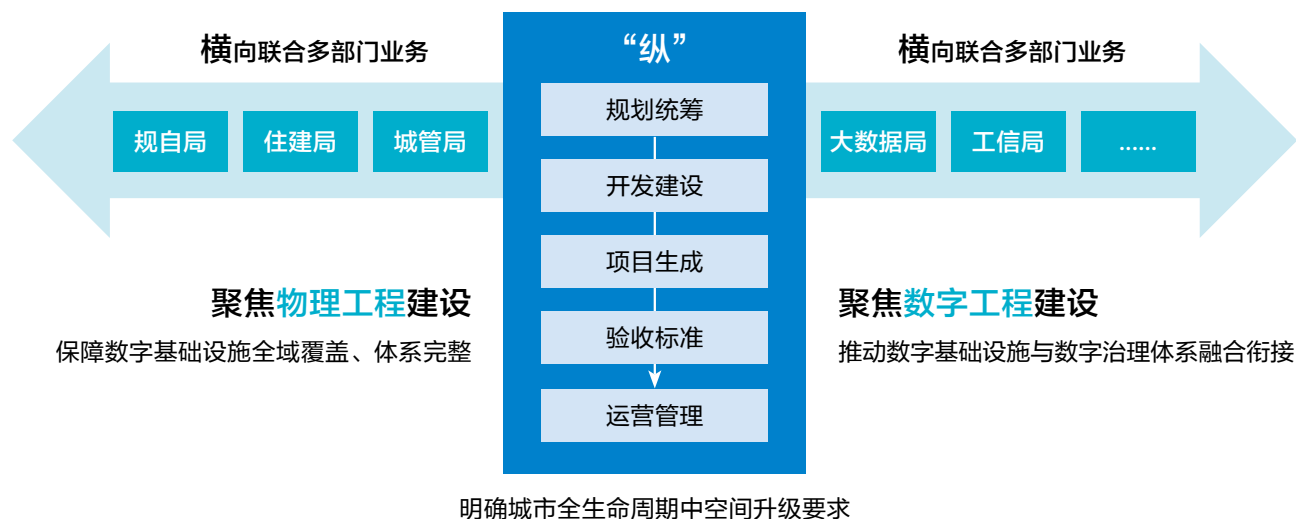


图 6-2：城市空间规划与网络基础设施规划协同

► 强化网络基础设施和空间升级的规划衔接

智慧城市首先要通过规划设计达到结构功能和空间形式上的合理，这是城市智慧的根本，然后再根据 ICT 等各种技术来完善和补充使其进一步智慧。把握好城市更新行动契机，纵向以城市全生命周期中空间升级工作为抓手，落实城市一张网基础设施各阶段管控要求，横向联合规划和自然资源局、住建局、城管局、大数据局、工信局等部门合力保障物理空间与数字空间协同建设，推动城市一张网基础设施融入数字城市治理体系。

► 加强微观植入与宏观布局的多级联动

城市一张网的范围在不断扩张和深化，从单个城市走向城市群，从城区走向社区、村居，从而使得宏观层面规划布局、部署实施更具挑战性，使得微观层面的落地推进、复制推广要考虑更多的维度和因素，所以要形成自顶向下规划落地、自下而上创新优化的相向而行的“一张网”推进落地模式。

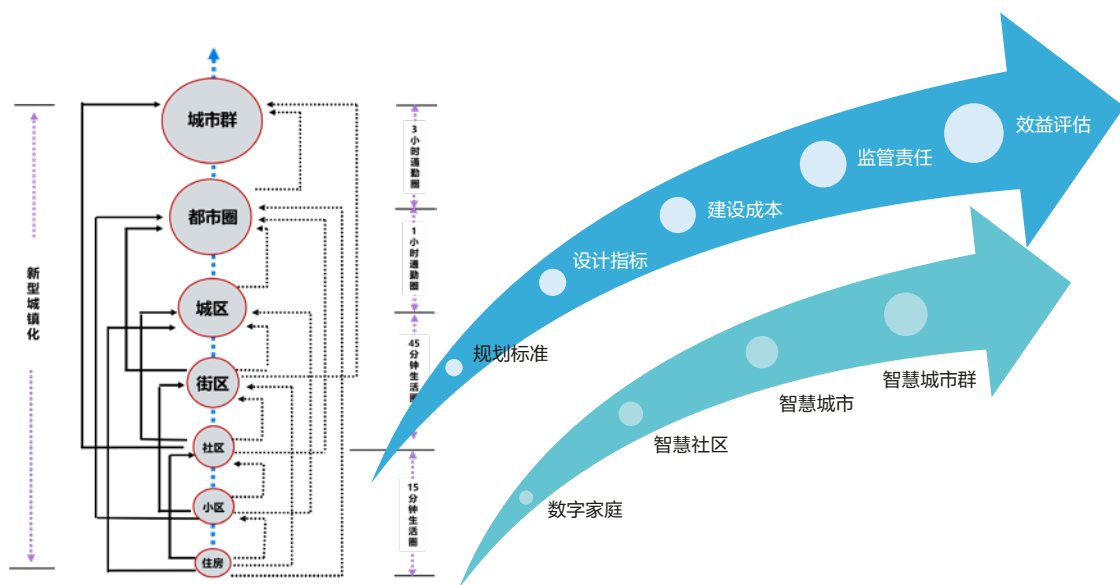


图 6-3：城市一张网在范围上不断扩张和深化



6.2 走向城市一张网的 三大关键点

走向城市一张网是一次深刻的网络转型变革，要考虑的因素和要解决的问题非常多，因此也是一个系统工程，建议要牢牢把握和做好三大关键点，确保走向城市一张网达成预期的目标，取得理想的成效，并保持领先和持续创新，实现行稳致远：

► 顶层规划：面向未来，一张蓝图绘到底

城市一张网最重要的是要尊重城市发展规律，建立一张网的系统认知，并根据城市发展战略及现实基础、面向全局，统筹规划出支撑智慧城市发展的网络基础设施顶层蓝图，真正指导城市网络的建设和可持续发展。蓝图的关键是要匹配智慧城市的核心业务领域：数字政府、数字经济、数字社会，并形成一张网的经营理念、整体架构、规划原则、网络标准和安全体系等，明确一张网的基本框架。

► 业务驱动：抓住“牛鼻子”业务场景诉求，为用户提供最佳体验

业务是网络的核心驱动力，但城市的业务千头万绪，只有抓住“牛鼻子”业务，才能纲举目张，找准对网络的核心诉求，驱动网络能力的精准提升和体现价值。比如数字孪生城市的 CIM 业务、一网通办的视频会议业务、一网统管的融合指挥业务、一网通办的专网整合业务，以及数字经济的算力网络业务场景等，是智慧城市最重要的核心业务，其重要性、复杂性、高要求成为牵引网



图 6-4：城市一张网顶层规划

络能级跃升和能力建设的关键。除了业务能通，更要为用户和业务提供最佳的体验和保障，才能持续牵引网络不断演进和健康发展。

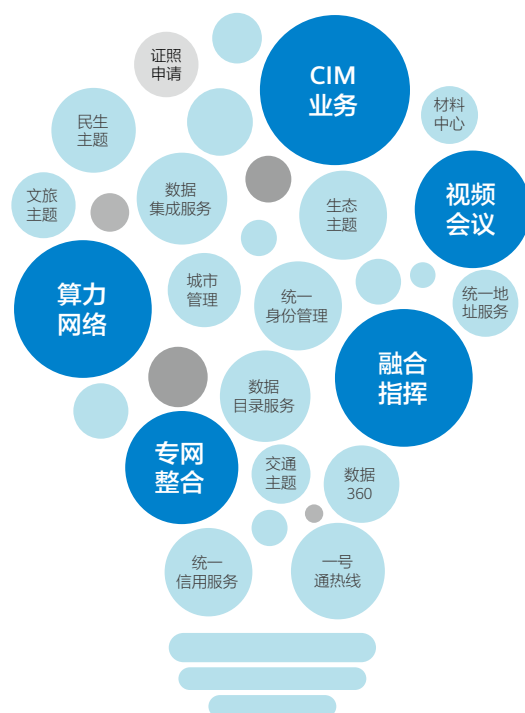
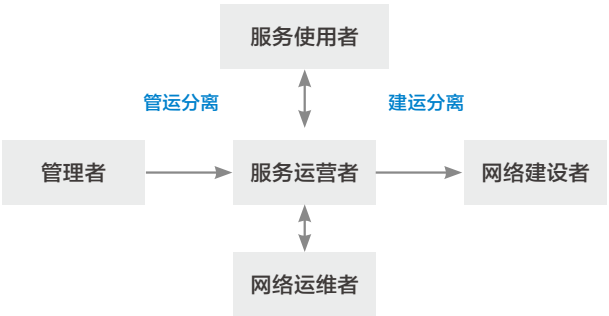


图 6-5：城市关键业务

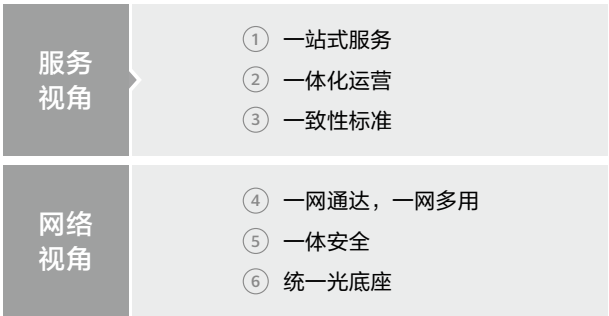
► 机制变革

走向城市一张网首先要推进机制变革，涉及到组织分工、职责转换、政企合作、模式创新等。对于架构的落地，不仅要关注网络本身，还从网络技术、网络架构、安全体系等进行能力建设，找到最佳实现路径，分阶段、有节奏的稳步实施。

面向用户和业务服务，需要改变服务供给模式，提供一站式服务、一体化运营和形成一致性标准。只有做到这些，才能够真正以变革的方式推动转型，并且逐步稳健推行，减少试错成本，稳步高效落地。



网络服务化转型机制，建好网 + 用好网



架构落地的关键视角和核心要素

图 6-6：变革示意



07 城市实践

7.1 深圳： “政务一张网”使能 全球数字先锋城市



深圳在《深圳市数字政府和智慧城市“十四五”发展规划》中明确提出，要建成数字孪生城市和鹏城自进化智能体，让城市能感知、会思考、可进化、有温度，赋能城市数字化加速转型，数字政府、数字经济、数字社会和数字生态实现协同高质量发展，到2025年，打造国际新型智慧城市标杆和“数字中国”城市典范，成为全球数字先锋城市。

深圳从规划、管理、业务等多种维度出发，共同促进城市发展及网络基础设施规划建设。首先，在规划上深圳发布《深圳市极速先锋城市建设行动计划》，提出“双千兆、全光网、1毫秒、万物联”的网络建设整体目标。其次，在管理上发布《深圳市电子政务外网统建统管实施方案》，提出政务外网统一规划、统筹建设、统筹管理、统筹使用的目标，并以全市“一张网”为总体思路，按“统分结合，建租并举，安全可控，持续发展”原则，不断夯实数字政府基础设施底座。再次，在业务上持续推动“三个一网”（一网统管、一网协同、一网通办）建设发展，并在《深圳市数字孪生先锋城市建设行动计划》中，强调重点发展数字孪生CIM业务，带动城市在善政、兴业、惠民等多个领域的数字化发展，促进智慧城市和数字政府业务新模式新发展。

深圳政务外网通过分阶段建设，从烟囱式的网络逐步迈向“政务一张网”。在“疫情”时代，深圳以卫健业务作为重点，规划了覆盖全市医院、社康等卫健单位的IP网络和光网络，全市统建统管，满足全市医疗卫生业务“战时”随需接入、灵活扩展、质量保障，为未来政务业务的快速发展以奠定了良好的基础。当前，深圳政务外网已经进入了第二阶段，在这一阶段重点围绕数字孪生CIM业务进行规划。数字孪生CIM业务需要收集、传递、分析和整理城市的各种时空数据及物联IOT数据，同时CIM的数据渲染也需要大量算力。深圳结合本地算力资源，规划建设政务DCI平面，连接政务云、鹏城云脑及超算等算力资源，同时对政务一张网的带宽、覆盖点位进行了升级补充，并划分了算力平面、视频平面、

CIM平面、物联感知平面等，满足CIM业务、算力调度、视频会议、移动接入等各种业务的诉求。深圳在建设网络的同时，也一直在思考如何更好地支撑好业务的发展，服务好各单位用户的诉求。深圳通过规划政务外网管理平台，用以加强智能运营运维管理体系，满足政务一张网网络服务开通自动化、网络服务流程化、网络数据价值化、网络服务在线化、网络运维智能化等目标，

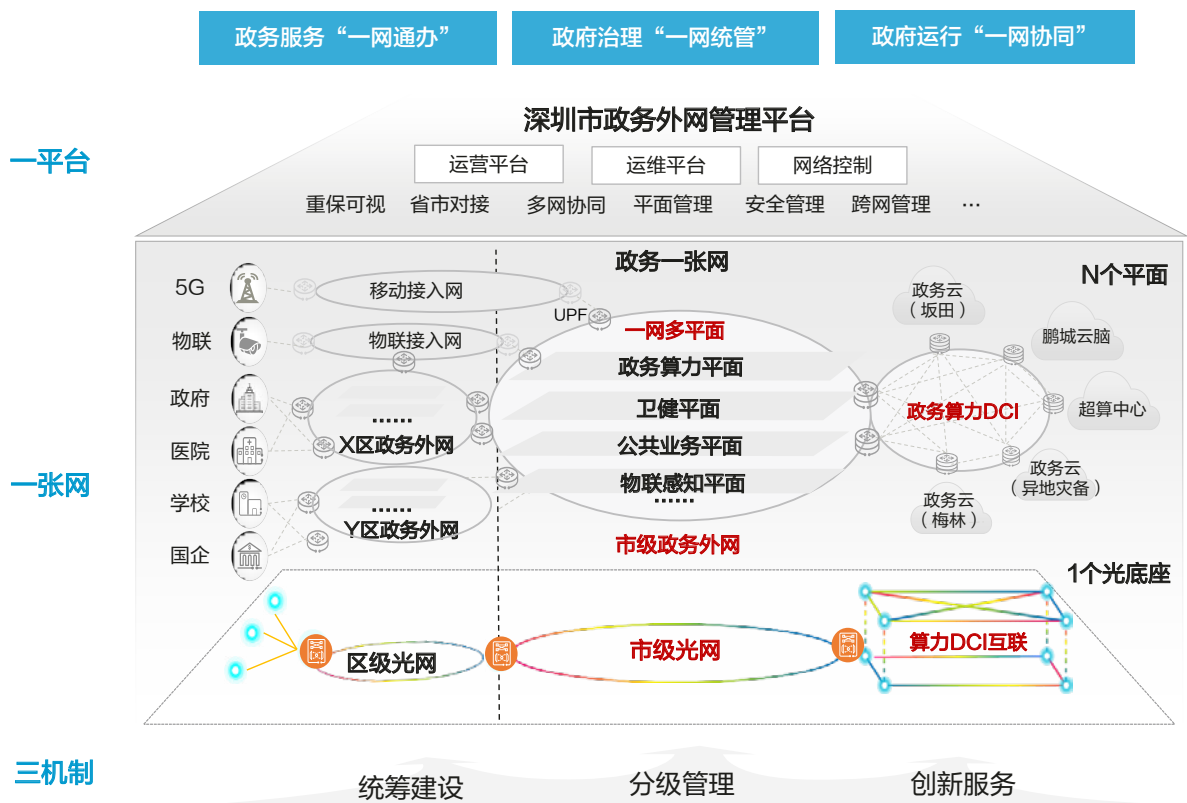
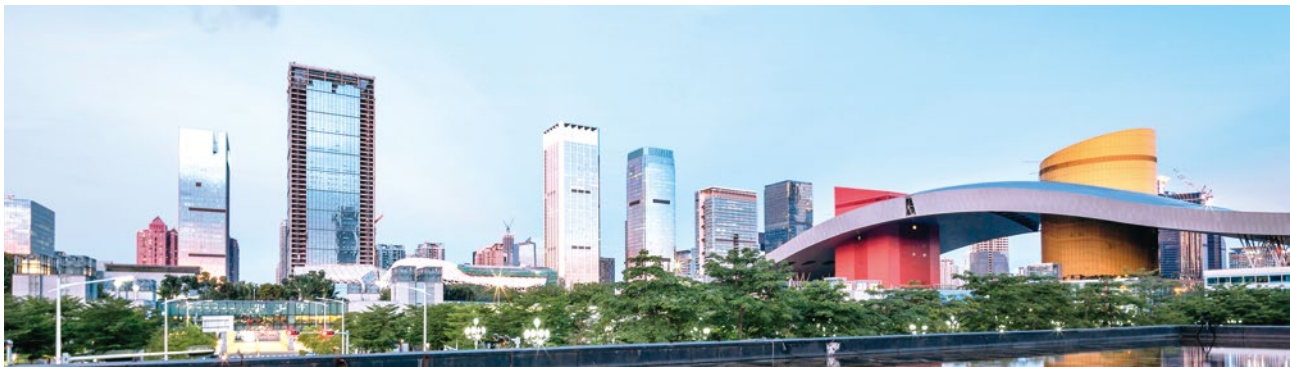


图 7-1：深圳政务一张网“113”架构图

并通过市区协同运营、网络业务重保、资源管理、态势感知等场景化能力，提高场景化服务保障能力。同时，深圳也在完善网络建设、分级管理、创新服务等三方面的机制。通过多种维度的“升级”，形成深圳政务一张网“113”架构（一平台、一张网、三机制），全面支撑数字政府业务快速发展与未来演进，构筑深圳鹏城自进化智能体及数字孪生城市坚实底座。

深圳市下一步将以“政务一张网”为基础，从网络能力范围、管理机制、标准规范、运营服务等多维度持续演进，迈向城市一张网，深化加强支撑数字经济生产方式、数字社会生活方式业务的服务能力，打造国际新型数字孪生城市和“数字中国”城市典范，成为网络基础设施发展水平全球领先的“先锋城市”！

7.2 南京： 引领城运一张网 实践新示范



江苏省《加快统筹推进数字政府高质量建设的实施意见》明确指出到2025年，政务服务“一网通办”和城市运行“一网统管”整体水平显著提升，打造成为现代数字政府新样板，为地市数字政府建设指明方向。

2021年底，《南京市整体推进城市数字化转型“十四五”规划》发展目标指出，到2025年，南京城市数字化治理和城市运行“一网统管”工作成效明显，城市治理智能化应用形成示范，基本构建国内有影响力的城市数字化治理中心。围绕南京市“十四五”经济社会发展“建设高质量发展的全球创新城市、高能级辐射的国家中心城市、高品质生活的幸福宜居城市、高效能治理的安全韧性城市”的总目标，南京市城市数字化转型按“1314”总体架构推进建设，即“一个中心、三个领域、一个底座、四大保障体系”：

2022年，南京市成立城市运行“一网统管”工作领导小组统筹推进城市运行“一网统管”工作，发布《南京市城市运行“一网统管”三年行动计划（2021-2023年）》：按照改革创新、整体协同、平战结合要求，加快建立健全城市运行“一网统管”有关机构和工作机制，实现“一网整合数据、一屏能观全局、一体应急联动、一线解决问题”目标。让城市更聪明、更智慧，让群众更有获得感、幸福感、安全感。

南京市电子政务外网始建设于2013年，目前已完成基于IPv6+的骨干网建设，采用OTN及SRv6技术构建了新一代电子政务外网，实现了“业务可控、网络可管、质量可靠、容量可扩”的运营级能力，承载了政务办公、视频联网、智能交通、卫生健康等多类数字政府业务，初现“南京城市一张网”骨架。当前共接入了市级近800个政务接



图 7-2：“1314”总体架构



入点及 11 个区及江北新区和全市近 1200 多个社区接入点，实现了市、区、街道、社区四级联网；此外还包含 300 余个卫生专网接入点、500 多个智能交通专网接入点、400 多个雪亮工程专网接入点等；支撑了“我的南京”、公安“宁搏疫”疫情防控平台、公安“微警务”平台、卫健委“核酸检测”系统、房产局“不动产登记”、财政非税管理系统、城管大数据运行管理平台、智慧水务、应急管理 181 平台等全市 112 个部门 1108 个信息系统的云上稳定运行，市级政府部门上云率达到了 97.4%。

随着政府决策科学化、社会治理精准化、政务服务高效化以及 5G、IPv6、云计算、大数据、人工智能等新技术加快迭代演进，城市运行管理、应急指挥调度、重大活动保障等多元化业务与应用场景不断丰富；电子政务外网为跨部门、跨地区的网络互联互通、信息共享和业务协同提供网络支撑服务，助力于数字政府建设。南京市城市数字治理中心从目标网架构和管理模式“两个全新”持续加强政务外网规范管理，全面提升全市政务外网承载能力、业务支撑能力、统一管理能力、服务体验管理能力和安全

保障能力，畅通数字政府基础设施大动脉。

全新的目标网架构：结合南京政务网站群等实际业务需要，落地“IPv6+”新技术新应用，利用“IPv6+”新技术增强电子政务外网和政务云的综合承载能力和安全防护能力。打造 IPv6 单栈“一张网”、构建 IPv6 融合“一朵云”，从出口、云内网络、虚拟机到应用及安全防护支持全栈 IPv6；建立“一体系”，基于 IPv6 建立全面安全保障体系，促使“两门户”政府门户网站群及“我的南京 APP”支持并实现双栈部署，推进物联网平台、视频联网平台、区块链平台“三大平台”支持 IPv6 单栈，实现 IPv6 量级增长。

全新的管理模式：新一代政务外网项目打造了全新的统一运维平台和综合监控大屏，实现了对政务外网更加高效、实时的运维管理。通过统一运维平台，可实现政务外网的统一纳管，并将原来通过邮件方式申请政务外网资源的模式优化成了在线自助服务申请的模式，使政务外网资源的申请、管理更加高效、科学。

7.3 昆明：首创“城市运营商”模式，做智慧昆明的开路者



随着数字城市建设浪潮，各大城市都在积极探索城市数字化和智慧化。昆明市历史信息基础设施薄弱、信息资源分散等问题，严重制约昆明新型数字城市的建设；并且，各委办局专线租费标准不同，分散租赁成本居高不下，政府对财政投入资金发挥作用无法评估。建设一张昆明市委市政府专属的城市网络，实现网络的统一规划、统一实施、统一管理、信息共享、集约汇聚，保障昆明市数字城市基础网络安全、可靠和高效运行，显得尤其紧迫。

按照“政府引导、市场化运作”的原则，昆明市财政支持，企业积极参与，共同投资于昆明智慧城市建设，政府采用购买服务方式满足各委办局网络需求。在此背景下，为进一步高效整合运用网络基础设施建设资源，在市工信局（市大数据局）的统筹和指导下，由昆明智投公司牵头组建成立了昆明市网络建设运营有限公司（市网建公司），主要负责昆明市智慧城市基础设施建设，通过建设高速融合的光纤网络，打造重点覆盖的无线宽带网络，推动昆明智慧城市基础设施。昆明市网络建设运营有限公司通过整合各方资源优势，以共享共用为目标、集约化整合为手段，协助市工信局为昆明市数字城市建设提供“一张网”的规划、建设和运营等服务。

昆明数字城市基础网络按照统筹集约化分期建设为原则，主要采用（OTN+PTN）联合组网技术，建成了覆盖昆明14个县（市）区及各国家级、省级开发（度假）区的城域三级网；一级骨干调度环网络由主城区5个骨干节点组成1个骨干环，二级汇聚环网由5个主城区、9个远郊县（市）区41个汇聚节点组成的9个汇聚，裸纤约9500皮长公里；三级接入网包括约1900个乡镇（街道）、行政村（社区）。其中骨干环网为80波*100G、汇聚环

网为40波*10G容量。接入网可通过多种接入方式提供100M-10000M不同带宽颗粒的业务。

昆明市网络建设运营有限公司 OTN 城区骨干传输网分为 A、B 双平面设计，为全市重点单位提供不同路由，不同通道的传输链路，确保业务安全、可靠、稳定运行。其中 A 平面 OTN 共 5 个核心节点，采用 OTN 光传输 40 波系统，单波 10G；B 平面 OTN 共 38 个节点，其中核心枢纽 OTM 节点 5 个，汇聚枢纽 OTM 节点 33 个，核心节点采用 OTN 光传输 40 波系统，单波 100G，汇聚节点采用 OTN 光传输 40 波系统，单波 10G。接入层可提供 IP 数据二、三层业务，OTN、PTN 小颗粒传输业务以及各类 VPN 网络。

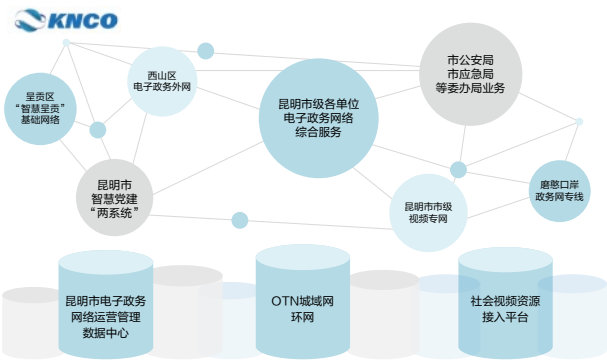
这张网络承载了市级电子政务外网、西山区电子政务外网、呈贡区电子政务外网、市级视频专网、昆明市智慧党建专网，以及相关委办局业务专网传输服务，主要为各单位提供电子政务外网、政务互联网、业务专网、视频网 4 类主要业务。同时已建成“昆明市电子政务网络运营管理数据中心”，实现了全市政务业务“一张网”统一规划、统一管理、统一运营、信息共享的目的，保障昆明市数字城市基础网络安全、可靠和高效运行。

这种企业自主投资建设网络基础设施的模式，属于全新的网络建设运营模式，在管道资源、光纤资源、运维保障等方面都存在巨大的困难。由于该模式较新，在原有的城市规划建设中政府相关部门只为运营商等其它单位考虑相应的管网设施，而没有预留政府专用，导致在建网过程中缺乏基础的管道和光纤资源可控性。市网建公司基于该情况，与各运营商合作，一是通过租用光纤资



源完成了城域网的建设；二是积极推动与交警部门的合作，利用交警的管道资源进行建设。

在运维支撑能力方面，由于这张基础网络覆盖面较广，与运营商完善的运维保障体系相比，自有的运维保障体系善不成熟，支撑人员缺乏，在网络运行过程中存在运维响应时限、故障恢复时限不达标的情况，对此，市网建公司通过运维服务外包的方式解决该问题，同时积极与专业咨询机构和服务团队共同完善运维服务体系。



通过自建城市基础网络，为政府提供专有服务，逐步演进到为智慧城市服务，目前已经取得初步成效，主要表现在安全可控、融合服务和提质增效三个方面。

安全可控：市网建公司按照《数据安全法》、《网络安全法》的要求，整合本地的光纤资源，自主投资建成了专为昆明市委市政府提供政务服务的“一张网”，并与公众网络做到绝对的物理隔离，仅承载政府业务，在保证产生的数据归属于政府的前提下，做到数据不对外交互，在网络的物理结构上保证数据的安全、可控。

融合服务：市网建公司以共享共用为目标、按照财政资金集约化整合的目的，向昆明市数字城市建设提供城域网络传输基础设施服务、网络安全服务、视频资源服务、网络运营技术及服务。同时向数字城市建设提供网络传输基础设施规划、建设咨询和技术运营等公共服务。

提质增效：通过不断探索现在“一张网”实现了一网多用，

统一了接入服务标准，提高了统一技术的网络管理效能，从运营和服务效能看，自全市城域传输网络集约化建设和运营以来实现信息沟通成本逐年降低，较原各部门分散采购模式节约财政资金 20% 以上。公司运营服务水平和能力逐年提升。

在建设模式和建网方式上，昆明市网建公司积极探索，走出了一条创新道路。在新模式、大整合、高共享和集约化四个方面，做出了示范标杆，为全国各地建设基础网络设施提供了经验参考。

新模式：市网建公司充分发挥政府与市场的桥梁纽带作用，创新智慧城市建设合作模式，进一步加强政务资源整合应用，提高政务效能。首创的“城市运营商”的模式也为全国各地建设智慧城市提供了经验范本。

大整合：“城市运营商”主要围绕昆明市网络基础设施规划、建设、运营的主体经营思路，根据职能定位，充分发挥介于政府和运营商之间的桥梁作用，与各运营商全面建立合作伙伴关系，充分整合运营商的网络资源，以市场化运作方式建设专为昆明市委市政府提供政务服务的“一张网”。提高政务服务即时反馈时效性，保障昆明市数字城市基础网络安全、可靠和高效运行。

高共享：在传统的城市管理模式中，水、电、气、交通、公安、医疗、教育等数据，分别被不同的部门所掌握，难以充分整合和共享，增加了数字城市信息共享的难度。在视频数据资源方面，依托已建成的视频专网及社会视频资源接入共享平台，进行了视频数据资源整合探索，并共享给市领导移动决策、应急指挥、网格化管理等业务平台使用。为今后的其他业务数据的共享共用，积累了大量的实施经验。

集约化：充分利用现有的各种网络设备、网络线路等资源，整合建设形成规范化、标准化、集约化和互联互通的政务服务“一张网”，可同时承载电子政务、视频业务以及满足党建、人社、医保、卫健、应急等行业需求。实现一网多用，避免投资浪费，节约政府资金，做到集约化和经济性。

7.4 中山： 政务一张网，全市统筹， “八个统一”



中山积极谋划城市数字化转型，推动城市数字化的融合，响应广东省“数字湾区”的建设号召。2021年，中山被广东省委深改委确定为广东省智慧城市综合改革试点城市之一。

► 业务驱动，思考中山市网络建设

面临困难：在推进信息化的进程中，非涉密的网络基本都没有统一的网络规划，地方政府各部门往往有先有后，各自为战，必然造成了专网林立，标准不一，网络基础薄弱。电子政务外网作为数字政府和智慧城市的强有力网络底座，中山的电子政务外网主要存在以下问题：

- » 政务外网覆盖不足，中山原有的政务外网接入点仅有155家，骨干带宽不足，只有100M，镇街村居未能全面覆盖，接入困难；
- » 数据共享难，以往建设的专网数据壁垒大，导致烟囱林立，数据交互困难，无法统一管理；
- » 安全隐患大，专网边界混乱，数据混跑，接入终端难以管控；
- » 维护成本高，网络建设重复投入或租赁费用大。

政务新业务对网络提出更高的要求：中山一直基于广东省和自身实际，围绕“一网通办”“一网统管”“一网协同”“一网共享”“一网安全”构建数字政府支撑体系。一网通办提升政务服务体验，一网统管支撑社会治理智能化，一网共享支撑数据治理和数据要素流通，一网协同辅助政府高效办公精准决策，一网安全支撑数字政府安全体系。“五个一网”对政务一张网提出新要求：

- » 网络高可靠，关键业务“永不掉网”，业务带宽、时

延等SLA可承诺、体验可保障；

- » CIM/BIM、物联、视频会议、办公等多业务统一承载，安全隔离、互不影响；
- » 市/镇(街道)/村三级纵向广覆盖，“有线+无线”多种接入方式，用户单位灵活安全快速接入；
- » 高安全、零信任，终端安全防护、传输安全防护，安全实时感知，快速处置，“点+面”安全全域覆盖；

► 新一代政务外网创新实践

通过运营模式和技术模式同步创新实现全新一代的电子政务外网建设：

运营模式创新：采取全市统一规划、统一设计、统一监理、统一标准、统一运营、统一运维、统一建设、统一安全八个统一。

- » 统一规划：通过顶层设计规划，绘好智慧数字蓝图，让后续工作能够对齐目标有的放矢；
- » 统一设计、咨询：通过专业的设计团队，针对数字化转型的架构、底座、建设思路、需求管控等进行统一设计，是把蓝图变为“施工图”的有效手段；
- » 统一监理：中山市派驻监理，全程管控项目落地是否按照既定的“施工图”来施工，保证项目与规划的一致性；
- » 统一标准：市、镇、街统一服务、运营、建设、运维等标准规范体系；
- » 统一运营：为全市政务网络用户提供统一的服务目录，不仅保障网络建设好，还保障用户更好的使用网络，实现网络精细化运营；



- » 统一运维：聚焦统一的安全管控 + 统一评估绩效，对项目进行持续的管理；

» 统一建设：全市、镇、街按照市标准统一进行网络建设，保障蓝图能够真正落地；

» 统一安全：政务外网一体化安全防护，保证财政、综治、城管、视频、物联和工业互联等业务服务体验和安全隔离。
- “网络切片”、“4/5G 无线接入”等全新网络技术，打造一张“有韧性、全融合、广覆盖”的新一代电子政务一张网，以一网多平面，一网承载，破除数据壁垒。

» 全光网：以全光网波分技术，实现一条裸光纤承载最大 96 路大颗粒专线 (>10G)，网络效率更优；

» SRv6：业务开通简单，SRv6 动态路由，一跳上云、一跳上网，按需灵活一键路径调优；

» 一网多用：资源保障、永不堵车、数据共享，网络传输效率极大提升。
- 技术模式创新：通过采用“全光网”、“OTN”、“SRv6”、



图 7-3：“有韧性、全融合、广覆盖”的新一代电子政务一张网

► 创新成效

成效 1：网络覆盖面更广泛，有线多层次、无线广延伸：面对新型数字政府提出的新要求，在建设新一代电子政务外网时，加大网络覆盖下沉到村居一级。同时，积极拥抱 5G 技术联创，落地 5G 政务专网，以 5G 政务专网全面支撑数字政府的政务服务自助机、执法终端、无人机等监测设备等实现安全接入，确保政务数据不出域不出网，构建空天地一体的电子政务网络支撑体系。一是构建省、市、镇、村多级覆盖，有线+无线多层次全域接入能力；二是利用 5G 政务专网，实现政务服务、社会治理向前端、向基层延伸；三是全面支持海量物联终端快速接入，以联接赋能数字政府建设。

成效 2：投资成本更节约，集约建设、专网融合：基于“一网多平面”先进技术和管理能力，中山在全省打响了专网整合的第一枪，通过集约化建设，实现电子政务外网基础设施共建共享共管共用，复用安全能力，资源共享，大大避免重复建设，最终实现一网承载，一网统管，节约财政投入。目前，中山有 44 张专网，其中 8 张按政策需要物理隔离，36 张专网可集约整合，目前已经整合 12 张专网，2023 年计划整合 10 张专网，2024 年底计划专

网全部整合完成。通过统一的一张网集约建设，建强一张网，整合多张网，实现强支撑的同时，大幅度节约投资运营成本。如专网整合，2022 年全年在网络建设部分单一网络节约了 3000 多万，运维费用将节约 800 万/年。以中山的财政专网为例，按照传统的组网，需要长时间建设，高成本投入，依托全新的电子政务外网，仅需 30 天完成 1300 多个接入点的财政专网整合，直接节省投资 2000 余万，并实现了安全统一管控。

成效 3：数据共享汇聚更充分，数据汇聚、共享共用：通过一网多平面的能力，整合部门专网，打破网络边界，基于电子政务外网构建全链条信创化的政务大数据中心，实现数据安全交互，共享汇聚，目前已经实现全市 30 多家市直部门，500 多个政务应用，超 100 亿条数据汇聚和实时共享，解决数据混跑不安全，壁垒严重交互难的问题。数据的汇聚共享，大大提升了数据支持各部门应用的能力。

成效 4：网络管控更到位，看得见、分得清、管得住：新一代政务外网实现全网资产管理一屏统览，资产统一纳管，哑终端统一识别，IPv6 能力统一下沉，打造资产看得见，流量分得清，权限管得住的政务外网安全管控新能力。

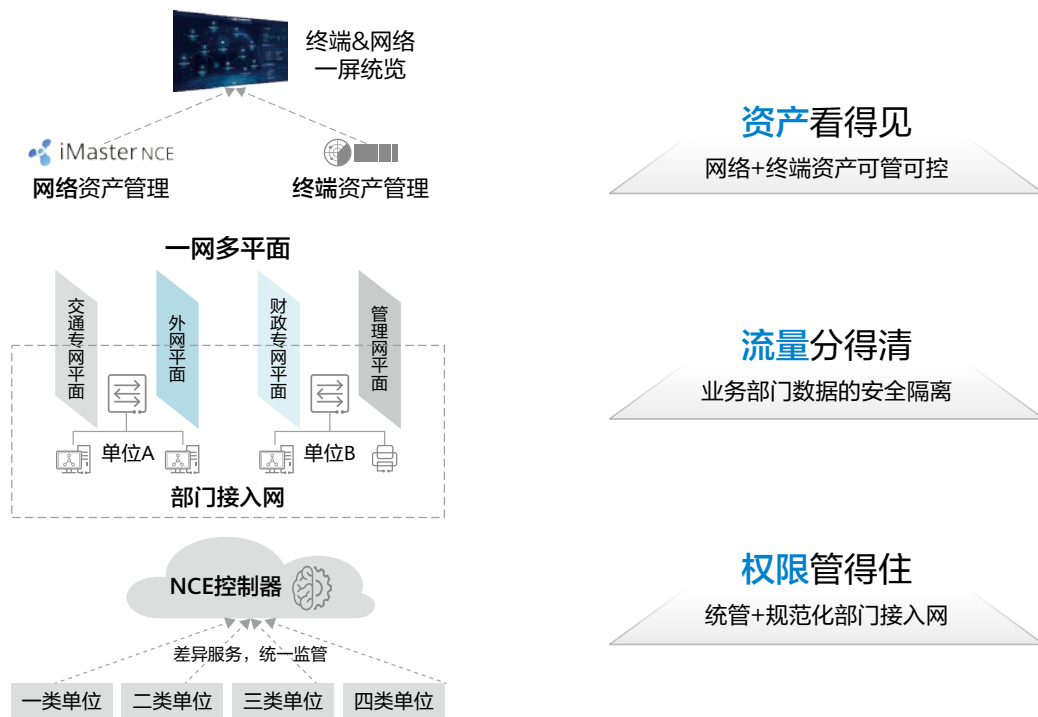


图 7-4：网络管控更到位，看得见、分得清、管得住



成效 5：运维运营更智能，实时感知动态管控：以网络服务化、智能化、自动化、可视化，构建全新一代电子政务外网智能运营运维新体验，以标准服务目录、智能运营运维模型、全程可视化运维，实现运营运维自动化、智能化，重构政务外网网络运营运维新能力。

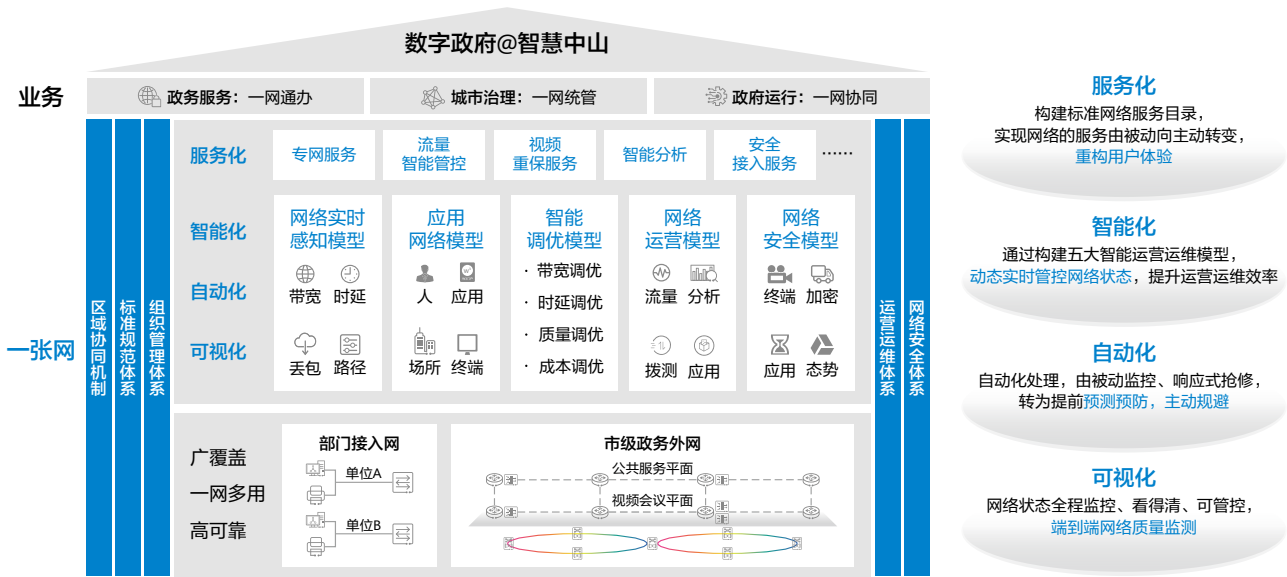


图 7-5：运维运营更智能，实时感知动态管控

7.5 北京经开区： 光织成网，智慧亦庄



按照“十四五”时期规划，北京经济技术开发区（北京经开区）将建设卓有成效的智慧城市，有序推进城市更新。加快发展数字经济，持续提升基层社会治理水平，进一步激发乡镇、街道和社区活力，完善行政体系，“一网通办”“一网统管”高效运转，推进智慧城市建设。

城市的智慧化体现在无所不及的场景，这就需要无所不在的联接，智能感知人和物体的需求，并主动提供联接服务、数据流转服务。如今，智慧亦庄、雪亮工程、智慧交警、政务外网、平安社区、物联感知、车联网等新城建设迈入主流视野，对于网络传输需求、现网安全保障、覆盖范围、传输带宽等各方面也提出了优化改造的要求。

一方面，以政务外网为例，现有的带宽已经不能满足业务发展的需求。由于光缆和节点机房覆盖不全，且星型网络结构缺少网络链路保护，不同类型业务需要物理隔离，缺乏完备的安全防护，难以保障业务的安全可靠传输。

另一方面，随着专网整合的进一步深化，传统的网络传输骨干势必需要承载更多业务需求。原有专线带宽资源有限，在进行数据传输过程中，极易产生损耗或者阻塞，影响实际应用体验。

面对新型数字经济基础设施建设的难题，如何统筹规划并且产生实效，成为北京经开区的当务之急。为此，北京经开区提出，网络规划要满足现有以及未来 5-10 年网络发展的需求，同时整网设备具备良好的扩展性和先进性，全面支持 F5G（第五代固定网络）和新一代 IPv6 技术，贯彻落实《关于加快推进互联网协议第六版（IPv6）

规模部署和应用工作的通知》，着力提升网络 IPv6 承载能力、业务服务能力和安全保障能力。为视频网络提供最高、最新的技术标准，满足未来发展趋势，形成北京市乃至全国多网合一建设的典范。

联接是智能世界的前提和基础，北京经开区聚焦用户体验需求，实现智能、随需、无缝、安全的联接。基于统筹规划、集约建设、技术适度超前、平滑演进的原则，引入“IP+光”先进架构，以新一代 F5G 技术促推多网融合，以 IPv6 支撑物联网主干线路建设，为北京经开区构建了一个安全、前沿的全光基础联接底座，打造了稳定、高效的一张 IP+ 光网络。

通过波分复用的技术实现视频专网、政务外网、教育专网 3 张网络物理隔离；各个业务数据根据需求，回传至各业务部门，随着业务的云化部署，路由组网能够提升网络连接的灵活性，实现一网多用，提升网络可靠性及运维效率。视频专网由于实时视频回传流量大，采用大容量框式全光汇聚交换机；政务外网网络配置高可靠汇聚路由器。设备预留充足的接口，后期平滑扩容。

经开区环网升级改造，对现有网络进行重新规划和建设，充分利用经开区内的管井和光纤资源，建设一张高安全、大带宽、低时延，面向未来网络需求的经开区基础网络，形成经开区智能体大动脉，让数据多跑路，让群众少跑腿，提升社会治理的精准化水平；发挥新型基础设施在经济新城建设中综合支撑作用，助力经开区发展为世界一流的综合产业新城和具有科技、活力的绿色新城。



7.6 深圳龙岗： 打造全光智慧城市 新范本



2020 年 11 月，国家信息中心发布了《全光智慧城市白皮书》，首次提出全光智慧城市的发展理念，书中提到，通过 F5G（第五代固定宽带网络）技术优势，加速全光基础设施的部署升级，以高质量联接构筑智慧城市。

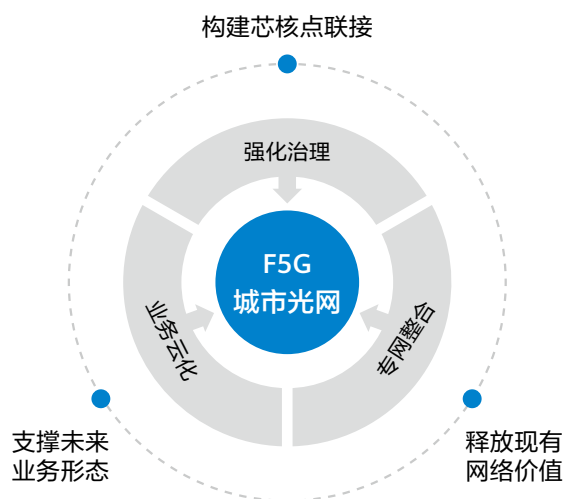
2021 年 1 月，深圳市人民政府印发了《关于加快智慧城市和数字政府建设的若干意见》，其中，提出要跑出新型基础设施建设“加速度”，推动通信网络全面提速，构建千兆光网通信网络基础；同年 3 月，工信部发文提出“双千兆行动计划”，“加大 5G 网络和千兆光网建设力度，丰富应用场景”。“千兆光网”首次被写入政府工作报告。具体落实到智慧城市中，千兆光网以其超大带宽、超低时延及安全隔离，满足智慧城市的通信要求。

2020 年 -2021 年，广东省、深圳市、龙岗区相继印发了加快推进新基建的三年行动方案。城市治理的数字化、数字生活的多样化，急切的需要建设一张网络的高速路，它就如同水、电、煤气、交通路网一样，是智慧城市的第五张网，是数字城市快速发展不可或缺的产物，与我们的工作、生活密不可分。

龙岗区在智慧城市和“数字政府”建设中，一直积极响应国家政策，紧跟省、市基础设施建设指导思想，始终坚持全区统筹，共建共享、超前布局，从 80 年代的办公自动化，到 20 世纪前后的政务电子化，到 2011 年开始的电子政务全面发展，龙岗区借助雪亮工程、视频门禁、政务宽带等基础信息化项目，在国有企业龙岗区信息管道公司的协助下，通过自建为主的形式，完成了政务、卫健、教育、视频等基础网络的建设，自建管道和光缆，

长度居全市第一。这是龙岗区基础网络建设走出的至关重要的第一步。

随着智慧城市建设不断走深走实，大规模互联网流量和连接数量呈爆炸式增长，大数据、高清视频、业务专线等新型应用需求不断迸发，龙岗现有的存量光纤资源已难以满足政务、教育、医疗以及未来民生等领域信息化业务扩展新需求，全区信息基础设施建设面临新的挑战。在这样一种形势下，结合龙岗区“一芯、两核、多支点”的战略功能布局，基于安全可靠、统一规划、节约投资的原则，经过多轮的专家研讨结合调研分析，构建了一张多业务融合的、安全、高效的城市光网。同时，这张城市光网是深圳市首个区级 100G 光环网，为下一步融合基础设施和创新基础设施的发展提供必要的基础保障。



围绕全区政务、教育、医疗以及未来民生等领域信息化发展新需求，龙岗区秉持“保障安全可靠、统一规划管理、节约财政资金”建设原则，高标准、高质量统筹规划光纤传输网络、智能网联环境优化升级，加快推进新时期龙岗全面数字化转型发展，构建了深圳市首个区级 100G 光传输环网，高安全、高可靠融合承载全区政务、教育、视频会议、视频专网等多张业务网，打造出“一云一网多业务”的新型智慧城区数字底座，可满足龙岗未来 5-10 年信息化建设基础支撑需求，为深圳乃至全国全光智慧城市建设提供新范本。

结合龙岗区机房分布及管道资源情况，OTN 传输环网建设以东部、西部双环形式相切于智慧中心核心节点。光纤路由规划遵循“不同沟、不同管、双链路、双路由”的原则，选取断缆因素小的路径，最大限度保障网络可靠性。整个环网共有 11 个街道办节点，每个街道办节点部署一套 OTN 设备，作为政务外网、视频会议、教育网、视频专网汇聚点，下联对应社区、学校等，数据汇聚完成后，以就近接入的原则，将业务回传送至智慧中心核心节点 OTN 设备，集约化统筹建设的同时有效地承载全区教育、医疗等信息化民生业务。同时，区级 OTN 网和市级 OTN 网络互通，可通过网管系统进行分权分域的管理。

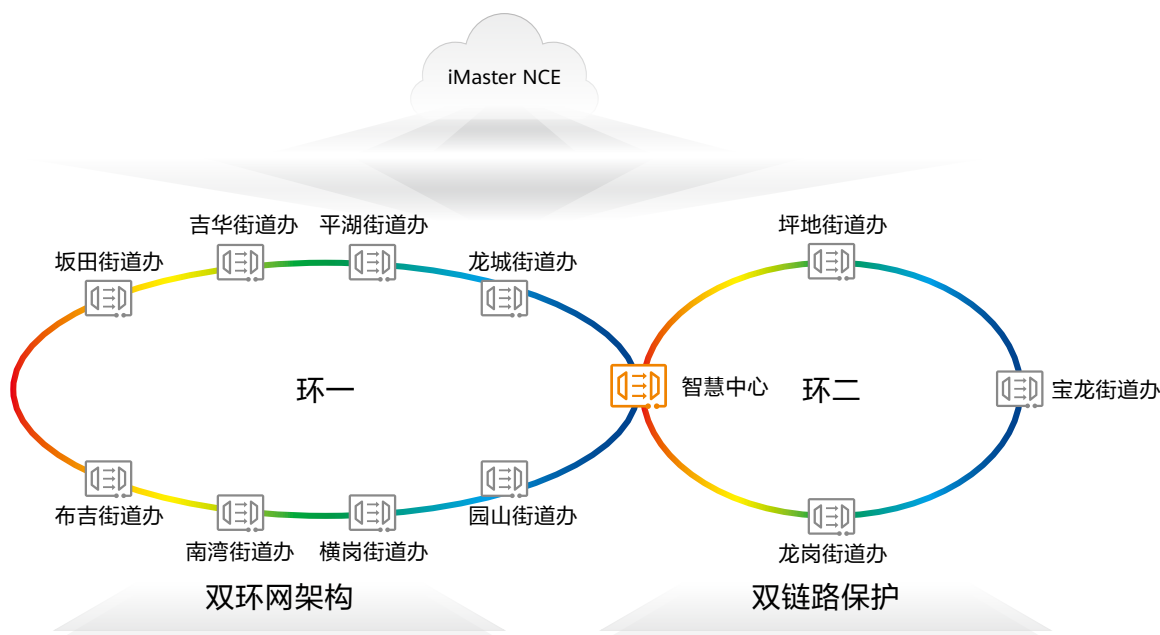
在此，龙岗区政务服务数据管理局部署了智能网管系统，实现了 OTN 网络的自动化运维管理。智能网管系统具有支持网络可视化、生成时延地图、快速定位光纤线路故

障等优势，并且具备未来演进云网一体、云网协同管理能力，可以实现智能化识别云业务的网络需求，自动网络拓扑发现、自动完成网络配置，大幅提升网络管理控制水平和运维效率。

龙岗区政数局作为龙岗区政务网主管部门，管理规范明确，网络标准统一，流程机制成熟，能够快速响应各类需求。统筹建设区级政务网络及计算、存储资源，实现了区、街道、委办局数据互通，避免分散自建服务器，重复投资。龙岗区政数局已统筹建设政务网络出口，各单位无需另行采购运营商网络出口，节约财政支出。统一的应用安全审核，保障数据和网络安全。

同时，在“一云一网多业务”的新型智慧城区数字底座基础上，龙岗区政府大力落实信息惠民工程，累计建成 65 个 24 小时政务自助服务区，提供 7x24 小时“不打烊”政务服务，并上线智慧药房，龙岗健康在线等应用，打通全区所有公立医院 66 个业务系统，实现医疗影像及数据共享；龙岗区政府将继续通过新型信息技术与其他产业技术的深度融合，加速智慧城市数字化进程，落实信息惠民工作部署，充分发挥政府数据资源价值，不断提升公众服务水平，最大限度地满足城市居民的物质和精神文明生活需要。

在城市光网的加持下，龙岗区锚定的“敏捷、安全、韧性”的智慧城市目标正加速实现，加快推进新时期龙岗全面数字化转型发展，助推“数字先锋、智慧龙岗”建设。



08 结语

当前，城市数字化转型进入全新的发展阶段，围绕数字政府、数字经济、数字社会的业务创新层出不穷，数字孪生城市代表数字城市的高级阶段，也是智慧城市发展的新高度。随着智慧城市发展走向更高、更快、更强的快车道，城市网络作为城市数字化地基和数据畅通大动脉的重要性更加凸显。

因此，需要尊重城市发展规律，盘点智慧城市建设所依托的公共服务网络体系，以一个整体来系统性思考城市网络的建设和发展，建立城市一张网的系统性认知，实现规划“一体化”、建设“一盘棋”、运营“一本账”，从而让网络更稳定、更敏捷、更安全、更智能、用户体验更好，筑牢智慧城市之基，畅通数据流通、便捷算力调用，达成建“一张网”，慧“一座城”的效果。

城市一张网面对纷繁复杂、多变多样的智慧城市业务，需要牢牢抓住顶层规划、业务驱动、实现路径这三大关键点，以愿景为牵引，以“牛鼻子”业务为驱动，绘制城市一张网顶层架构蓝图，以变革的方式推动网络转型。这不是单纯的网络技术方案更新和演进，而是一件复杂的系统工程，涉及规划、投资、建设、运营、

维护、机制、组织、管理等方方面面，需要有面向未来的前瞻性思考，需要自上而下推动落实，需要敢为人先的创新探索精神。

城市一张网要面向未来，统筹布局 and 规划，在自身能力建设和服务提升方面不断求索，在数字化平台方面不断提升数字化和智能化水平；通过引入虚拟网运营，为用户实现“N网合一”的一站式网络服务，最大限度的提高用户体验；物理网络建设秉承价值导向、集约化、高效协同等核心原则，充分发挥基础设施建设的乘数效应。未来，不仅让城市一张网自身更加智能，也通过智能联接赋能城市，助力智慧城市的能级跃升。

当前，已有部分城市率先启动了城市一张网先行先试的探索，积累了不少优秀的实践经验和成果。理论指导实践，实践检验理论，通过不断涌现的富有开创精神的城市实践和成果总结，势必会加速城市一张网的落地和推广，并逐步形成可全面推广的指导性纲领、规划蓝图、机制变革和落地方案等，让城市一张网成为城市数字化转型的大动脉，持续为智慧城市的发展注入强劲的动力。



