

长江智城智慧平台框架的规划与实践

吴军¹, 张俊^{2,3}

(1. 烽火通信科技股份有限公司, 湖北 武汉 430205; 2. 武汉大学电气与自动化学院, 湖北 武汉 430072;
3. 中国科学院自动化研究所复杂系统管理与控制国家重点实验室, 北京 100190)

摘要: 首先分析了武汉市长江新城新型智慧城市(简称长江智城)建设的背景、需求、现状和挑战; 然后提出长江智城规划设计核心理念与方案, 重点对长江智城的总体框架、基础设施、城市操作系统、应用生态几个核心关键模块进行研究和设计; 最后总结长江智城建设的最新进展, 并对长江智城的远景进行展望。

关键词: 新型智慧城市; 长江智城; 城市操作系统; 信息与通信技术; 人工智能; 物联网

中图分类号: TP311

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-6652.202122

Planning and practice of the Yangtze River smart city platform

WU Jun¹, ZHANG Jun^{2,3}

1. FiberHome Telecommunication Technologies Co., Ltd., Wuhan 430205, China

2. School of Electrical Engineering and Automation, Wuhan University, Wuhan 430072, China

3. The State Key Laboratory for Management and Control of Complex Systems, Institute of Automation,
Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

Abstract: Firstly, the background, demand, status quo and challenges of the “Yangtze River smart city” at Wuhan were analyzed. Then, the planning design of the overall smart city framework was discussed in details on infrastructure, urban operating system and application ecology. Finally, the latest progress of the smart city construction was also summarized at the end with a perspective on the future of the Yangtze River smart city.

Key words: new smart city, Yangtze River smart city, urban operating system, information and communications technology, artificial intelligence, Internet of things

1 引言

新型智慧城市及持续可发展城市的规划和建设正在兴起。新型智慧城市以服务全程全时、城市治理高效有序、数据开放共融共享、经济发展绿色开源、网络空间安全为主要目标^[1-3]。运用 5G、云计算、大数据、人工智能、物联网等新一代信息通信技术(information and communications technology, ICT)来构建新型智慧城市适度超前的信息基础设施、智慧的城市决策平台、易扩展的城市应用平台,成为当前新型智慧城市的研究热点。本文以武汉市长江新城新型智慧城市(以下简称长江智

城)的规划和设计为例,研究分析基于新一代 ICT 的新型智慧城市的智慧平台框架。

2 需求分析

2017 年,武汉市启动长江新城的建设规划^[4]。按照其总体规划,建成后的长江新城将成为新一代信息技术领先应用的现代“智城”,因此,长江智城的规划、设计和建设就显得特别关键和重要,它将成为武汉市长江新城的智慧底座,支撑新城总体目标的实现。

武汉市智慧城市建设的现状可被概括为:信息基础设施建设国内领先、基础数据库和平台已具备

收稿日期: 2020-10-20; 修回日期: 2020-11-27

通信作者: 吴军, 18971022768@189.cn

一定基础、电子政务已经在全市推广普及和深入应用、信息化在经济社会各领域得到广泛应用。武汉市信息化发展处于信息提升应用阶段中期,正逐步向信息创造价值的信息化高级阶段演进,在此基础之上的长江新城将具备全面开展智慧城市建设的良好基础^[4]。

但与国内外标杆城市相比,武汉市还存在智慧城市建设统一规划不足、信息物理基础设施没有与新一代 ICT 的发展同步、支撑城市智慧的决策平台尚在起步阶段、智慧应用平台和生态比较分散等问题^[4-5]。

长江新城作为武汉市规划的第四城,其物理空间、高新产业、信息化几乎一片空白,但长江新城又不同于雄安新区,它是武汉市的一个组成部分,需要考虑其行政区划和信息化管理方面的现状,并突破现状。长江智城规划和顶层系统设计的挑战主要在于运用新一代 ICT 来构建适度超前的信息基础设施、智慧的城市决策平台、易扩展的城市应用平台等新型智慧城市的关键信息基础设施^[5-7]。

3 规划和设计理念

笔者根据纽约、伦敦、上海、深圳等地的智慧城市规划和建设案例,总结出以下经验:虚拟数字城市应该与物理城市同步规划、同步建设;顶层架构设计是智慧城市有效推进的关键;基础设施需要超前布局;应用与基础设施建设并重、分步实施;合适的政策和机制是持续发展的保障。因此,根据长江新城的发展目标和全球智慧城市建设现状,长江智城的规划和设计遵循以下核心理念^[5-6,8]。

- “虚拟的数字长江新城”与“物理的长江新城”同步规划设计和建设实施,确保两重世界深

度融合、同步呈现、互相驱动^[9-10]。

- 建设全球领先的“水-陆-空-地”一体化的城市网络信息基础设施,涵盖超宽的城市全光网、融合的无线宽带网、端到端的下一代互联网、泛在的全域物联网、可视的水下监测网、绿色的云数据中心和智能化的决策中心/城市运营中心等。

- 建设基于大数据和人工智能的超算平台,或“城市操作系统”,以城市运营中心为载体,构建城市智慧决策平台和应用平台/生态,服务于政府、城市、企业和市民四大客户主体。

分步骤、分阶段建设智慧基础设施、智慧政务、智慧建设(工地)、智慧能源、智慧交通、智慧管廊、智能楼宇等应用^[11]。

4 关键智慧平台设计

4.1 长江智城总体框架

长江智城总体框架主要由基础设施架构、数据融合架构、应用领域架构、标准评价架构、建设运营架构 6 个部分组成^[12-14],如图 1 所示。

基础设施架构是长江智城的运行基础和发展基础,通过对城市资源要素进行数字化、智能化处理,提高城市运行功能要素的高效性、便捷性与创新协调性。数据融合架构是长江智城的核心,通过打通数据采集、数据共享交换、数据存储、数据分析、服务支撑、数据开放等各环节,构建信息化供应链全环节的协调融合应用体系。应用领域架构是长江智城建设成效的体现,服务于政府、城市、企业、市民四大客户主体。而发展环境架构、标准评价架构、建设运营架构则贯穿和服务于基础设施、

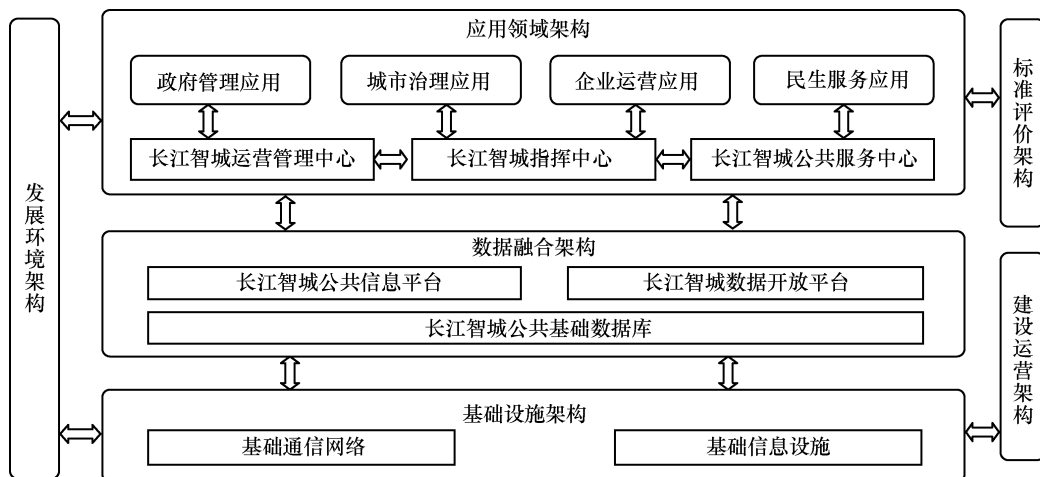


图1 长江智城总体框架

数据融合、应用领域 3 层架构。

4.2 长江智城基础设施架构

根据顶层体系架构，长江智城基础设施架构（“4 个 1” 架构）如图 2 所示，包括如下方面。

全面感知和立体网络：实现长江智城的全面信息感知和互联，构建数字化城市的基础。

长江智城操作系统（长江 OS）：通过资源整合、数据融合及标准化的应用和服务接口，为长江智城中的大数据平台、云计算平台、AI 平台等提供统一的数据与资源底层框架，是城市智慧决策的核心。

长江智城运营管理中心和 N 个分中心：统筹城市规划、建设、运营各个环节，构建和呈现新的城市管理服务体系。

一体化 App：公众通过该入口访问长江智城的所有服务，实现对政府管理、城市治理、企业运营和市民生活各类服务的覆盖。

4.3 一体化的智能基础设施

与物理层面的长江新城建设同步建设“水-陆-空-地”一体化的数字空间，为长江新城的未来发展构筑信息网络基础，以无缝覆盖的网络满足随时随地、按需获取、自由切换的网络接入需求，满足未来政府、社会、企业对城市治理、城市运营、能源、环境、生产发展等的万物互联需求^[6,12]。

“水-陆-空-地”一体化的智能基础设施包括：超宽的城市全光网（陆地）、融合的无线宽带网（空中）、端到端的下一代互联网（陆地、空中）、泛在

的全域物联网（地下、陆地、空中）、可视的水下监测网（水下）、绿色的云数据中心（陆地）、智能化的决策中心（陆地）。一体化的智能基础设施如图 3 所示。

（1）超宽的城市全光网

超宽的城市全光网以构建“千兆到户、T 级出口”的端到端光网络能力为基本目标，从接入网到城域网全面实现光纤互联，引入支持光交叉连接（optical cross-connect, OXC）、光分插复用器（optical add-drop multiplexer, OADM）等全光通信设备，提供全程超宽管道，满足 8K、AR/VR 等多业务、高带宽承载要求的各类智能化应用。融合人工智能与软件定义网络（software defined network, SDN）/ 网络功能虚拟化（network function virtualization, NFV）等新一代软件化/虚拟化技术，构建未来智能化网络架构。以云数据中心为中心，构建开放、标准、统一的“云网一体化”平台，通过网络协同、业务协同，构建网络自身的知识体系，网络能够主动判断和行动、自主进化和更新^[12]。

（2）融合的无线宽带网

构建 4G 与 5G 协同，移动通信与 Wi-Fi 结合，地面站与低空无人机、热气球站等互补的多元异构高速移动宽带网络，与长江新城的施工建设同步，实现全城范围无盲点的无线覆盖。提前规划和建设 Wi-Fi，供长江新城建设方、率先入驻的企业和居民免费使用，满足长江新城在建设过程中的网络连接需要。

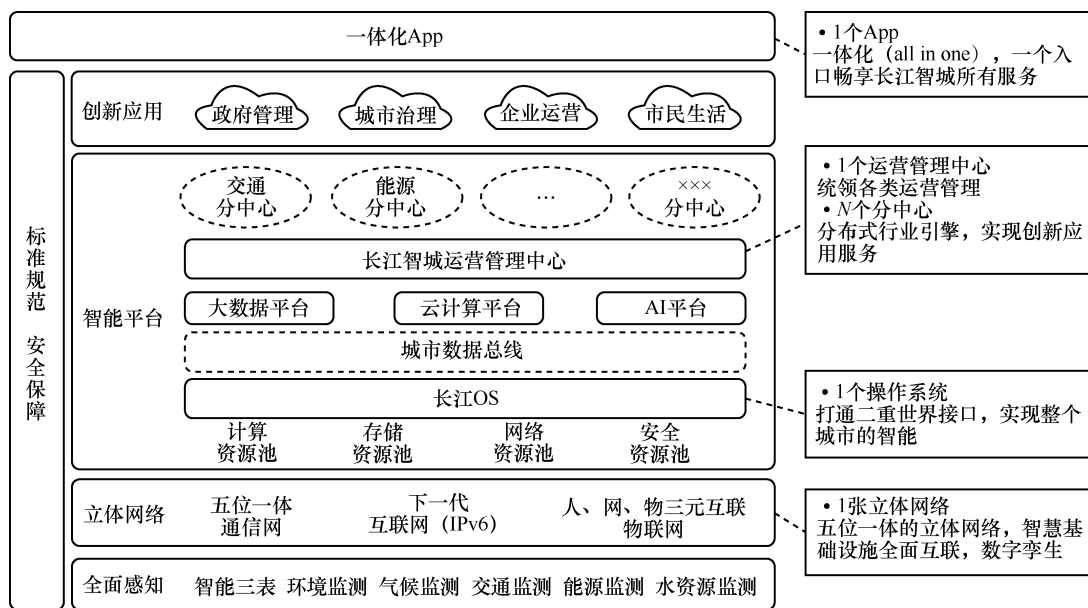


图2 长江智城基础设施架构（“4 个 1” 架构）

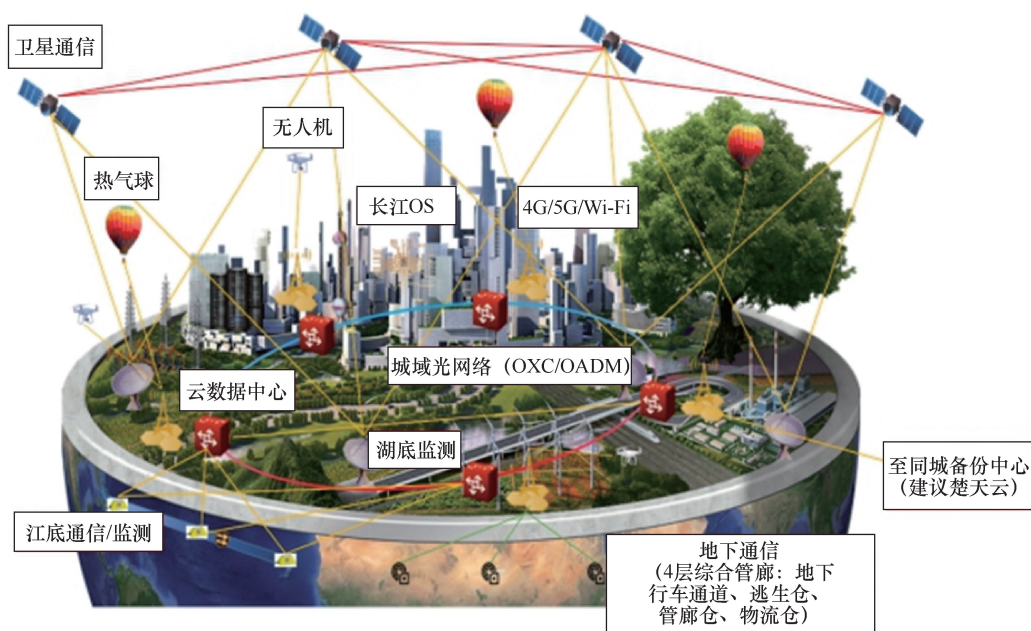


图3 一体化的智能基础设施

（3）端到端的下一代互联网

长江新城未来若要实现“万物互联”，必须提前做到端到端地部署 IPv6。新建系统和设备必须支持 IPv6。发展基于 IPv6 的下一代互联网，提供下一代互联网商业应用解决方案，提升互联网的承载能力和服务水平，以此促进基于下一代互联网技术的产业体系的搭建。

（4）泛在的全域物联网

构建全城全域一体化的长江新城物联网。应用窄带物联网(narrow band Internet of things, NB-IoT)等技术，为长江新城的数字化和智能化应用提供城市“神经末梢”感知能力。建立集成了感知、传输、智能信息处理功能的物联网管理平台，实现统一的连接管理、设备管理和应用开发管理功能，与长江智城运营管理中心对接，形成基于物联网的智能控制与信息反馈闭环，体现数据价值，形成物联网应用解决方案。全域物联网的应用领域包括环境监测、地下管廊、车联网、智能抄表、智能停车、交通物流、智慧楼宇、智能家居、安全生产等。

（5）可视的水下监测网

建设江底光纤网络，部署长江水下生态监测网。以长江新城为基地，实时监测长江段、长江新城城域等的水下水质、环境及生物，构建水下监测网，实现“生态绿城”的环保理念。发展水下通信和数据采集相关技术（如水下探测器，水下增益控制、调制和纠错编码技术），推动水下/长江流域资

源开发、环境监测、生态保护、信息安全等领域的技术和产业进程。

（6）绿色的云数据中心

长江智城的建设融合应用了人工智能、云计算、大数据以及物联网等新一代信息技术，涉及智慧政务、智慧产业、智慧民生三大体系，而数据中心是支撑这些不同体系智慧应用的“基石”。建设绿色化、云化和智能化的“云数据中心”，统一承载长江智城的云计算、大数据业务，可满足高功率密度、快速上线、按需扩容、高可用性等要求。

（7）智能化的决策中心

由大数据+云计算+AI 构成的、基于长江 OS 的智能决策中心由多个子决策中心（如政务中心、交通中心和安全中心）组成，通过对大量数据的分析和整合，对长江新城进行全域的即时分析、指挥、调动、管理，从而实现精准分析、整体研判、协同指挥。

4.4 长江 OS

长江 OS 的组成如图 4 所示。其由 1 个基础平台（云管理平台）、3 个数据平台（数据共享交换平台、人工智能平台、大数据平台）、2 个应用平台（应用开发平台、应用支撑平台）组成。安全运维体系、标准规范体系可为长江 OS 提供支撑^[6,15-19]。

基于长江 OS 的决策机制如图 5 所示。

4.5 长江智城应用平台和生态构建

智慧城市应用的服务对象多，场景多且差异大，维护升级持续整个生命周期，且参与建设的公

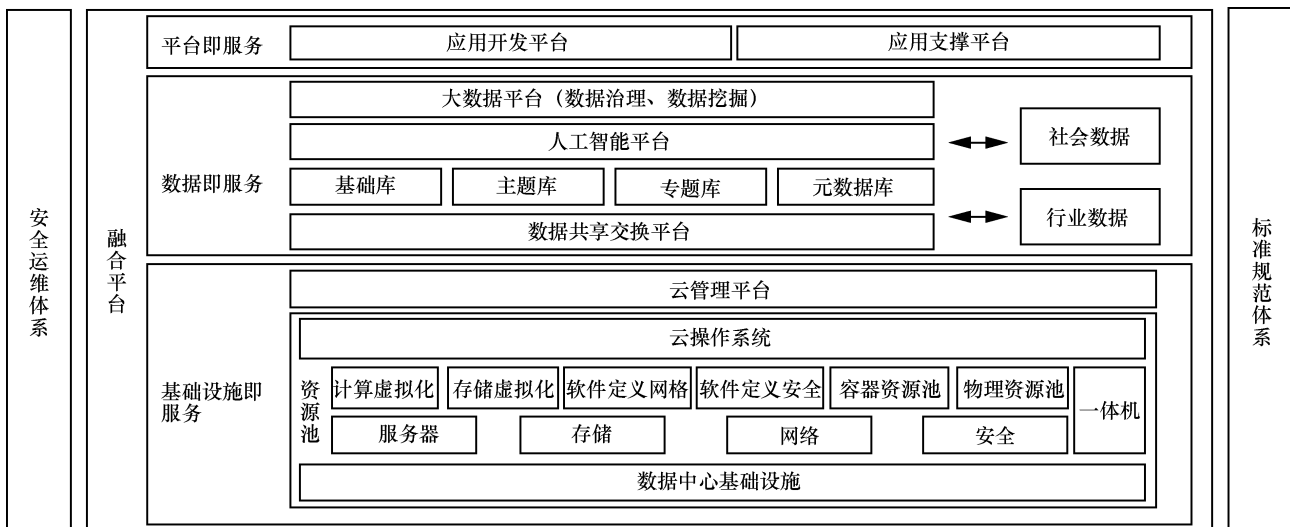
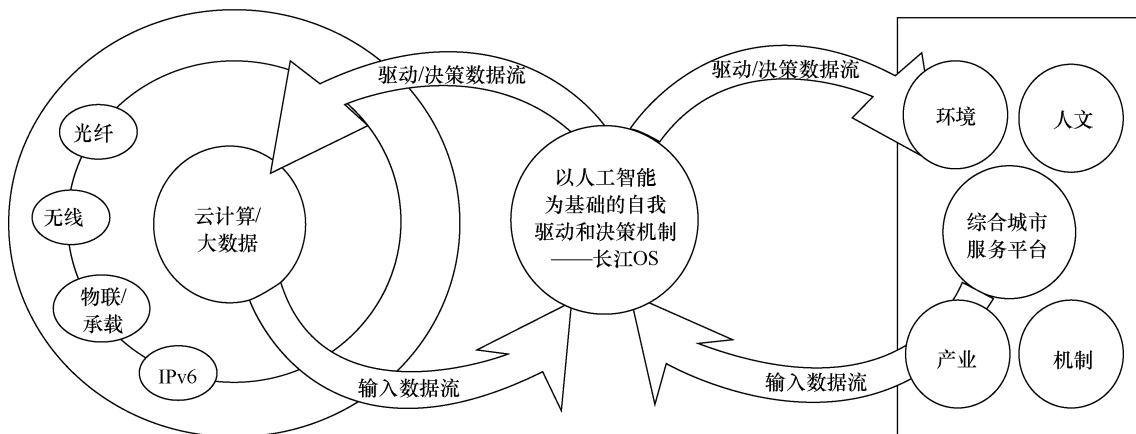


图4 长江OS的组成

1. 超宽泛在的云网一体信息网络

3. 一体化的城市服务平台



2. 嵌入城市末梢的传感网络

4. 以AI为基础的自我驱动和决策机制

图5 长江OS的决策机制

司众多。如果没有一个好的应用领域架构，多个应用系统将彼此独立，会造成数据共享困难、功能扩展难，总的建设和维护成本高。因此，长江智城应用领域架构需要满足平台化部署、易于功能扩展等要求，从而提升新应用的开发效率，支撑智慧应用生态的构建。长江智城应用领域架构如图6所示，包括：搭建容器（docker）理念的平台层，使用微服务（micro-service）模式，提供能力引擎；能力引擎提供应用快速交付、搭建能力，构建开源和智慧应用生态；面向政府、城市、企业、市民4类服务对象，支撑各类创新应用^[6,18]。

5 结束语

《武汉长江新城智慧城市专项规划》已于2019年

通过全国专家评审，并获得武汉市批准。全球突发的新型冠状病毒肺炎疫情暴露了现有智慧城市规划的短板。2020年5月，包含“韧性智慧城市”理念的武汉疫后重振的补充规划也通过评审和批准，弥补了原长江智城规划的不足。长江新城起步区基础设施一期工程已于2020年6月启动，包括传统基建和新基建，总投资额约120亿元，总工期3年。一期工程涵盖城市道路、综合管廊、智慧交通、再生水厂、数据智控中心以及生态景观六大板块，突出“智慧化、集约化、精细化”的建设方向。其中，数据智控中心板块中的智慧工地已建成并发挥作用，综合管廊正在同步建设中。可以预见，在不久的将来，一个全域光通信、数字化与物理平行共生、数据共享融合、智能决策的长江新城将逐步建设成功。

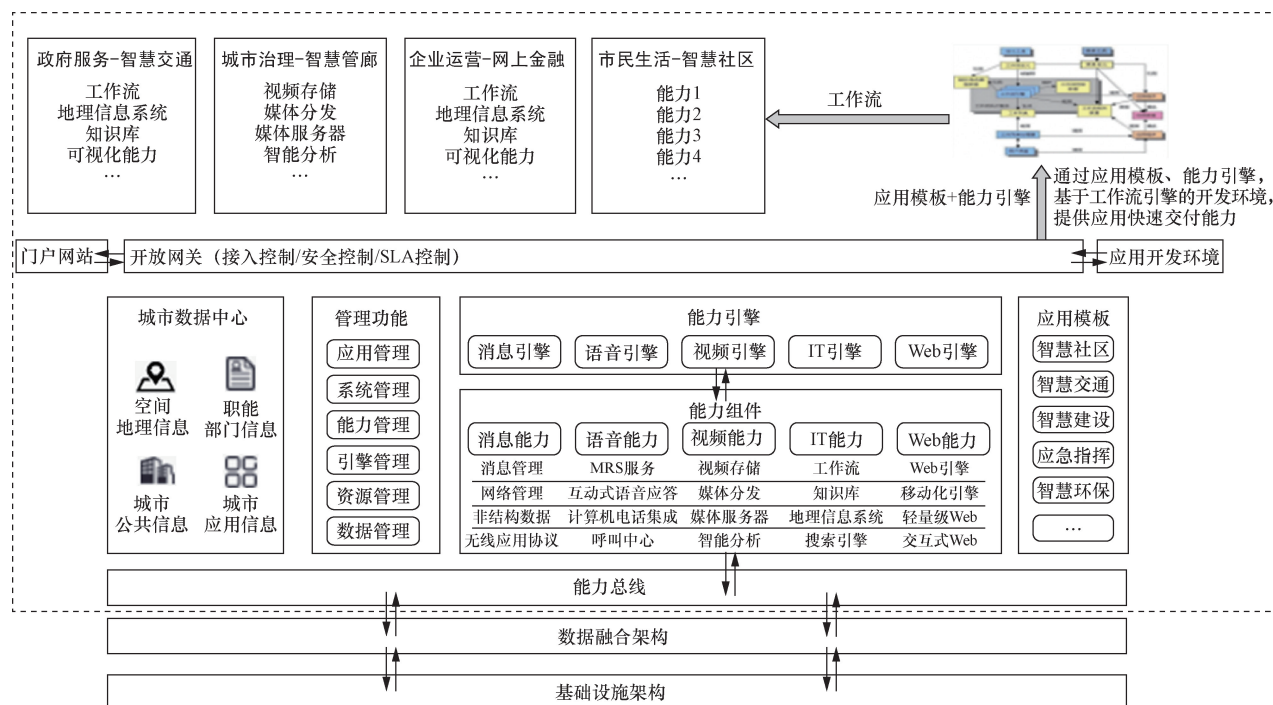


图6 长江智城应用领域架构

参考文献:

- [1] 中国城市科学研究会. 城市科学与未来城市[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2016.
Chinese Society for Urban Studies. City science and the city of the future[M]. Beijing: China Science and Technology Press, 2016.
- [2] 陈才, 崔颖, 张育雄, 等. 新型智慧城市发展与实践研究报告[R]. 北京: 中国信息通信研究院, 中国电信集团有限公司, 2018.
CHEN C, CUI Y, ZHANG Y X, et al. Research report on the development and practice of new smart city[R]. Beijing: China Academy of Information and Communications, China Telecom Group Co., Ltd., 2018.
- [3] WU J. Practicing digital transformation by developing new smart city business[J]. Journal of Electrical and Electronic Engineering, 2018, 6(6): 160-163.
- [4] 上海同济规划设计院. 武汉长江新城总体规划研究[R]. 武汉: 长江新城管理委员会, 2018.
Shanghai Tongji Planning and Design Institute. Study on master plan of Wuhan Changjiang new town[R]. Wuhan: Wuhan Changjiang New Town Management Committee, 2018.
- [5] 余少华. 未来网络的一种新范式: 网络智能体和城市智能体[J]. 光通信研究, 2018(6): 1-10.
YU S H. A new paradigm of future network: net-AI agent and city-AI agent[J]. Study on Optical Communications, 2018(6): 1-10.
- [6] DATTA SPA. Emergence of digital twins[J]. arXiv preprint, 2016, arXiv:1610.06467.
- [7] 吴军. 武汉长江新城智慧城市专项规划研究[R]. 武汉: 烽火通信科技股份有限公司, 2019.
- [8] 陈思远, 白昱阳, 张俊, 等. 基于区块链和通证经济的跨国跨洲电力市场机制设计[J]. 智能科学与技术学报, 2019, 1(1): 96-105.
CHEN S Y, BAI Y Y, ZHANG J, et al. Design of transnational and intercontinental electricity market with blockchain and token economics[J]. Chinese Journal of Intelligent Science and Technology, 2019, 1(1): 96-105.
- [9] 张俊, 王飞跃, 方舟. 社会能源: 从社会中获取能源[J]. 智能科学与技术学报, 2019, 1(1): 7-20.
ZHANG J, WANG F Y, FANG Z. Social energy: mining energy from the society[J]. Chinese Journal of Intelligent Science and Technology, 2019, 1(1): 7-20.
- [10] 吕宣生, 王飞跃, 张宇, 等. 虚实互动的平行城市: 基本框架、方法与应用[J]. 智能科学与技术学报, 2019, 1(3): 311-317.
LYU Y S, WANG F Y, ZHANG Y, et al. Parallel cities: framework, methodology, and application[J]. Chinese Journal of Intelligent Science and Technology, 2019, 1(3): 311-317.
- [11] 张俊, 李灵犀, 林懿伦, 等. 虚实系统互驱的混合增强智能开放创新平台的架构与方案[J]. 智能科学与技术学报, 2019, 1(4): 379-391.
ZHANG J, LI L X, LIN Y L, et al. The architecture and scheme of the hybrid-augmented intelligence open innovation platform based on the virtual and real systems[J]. Chinese Journal of Intelligent Science and Technology, 2019, 1(4): 379-391.
- [12] 吴军. 基于人工智能的城市操作系统研究[C]//2019 年中国自动化大会论文集. 杭州: 出版者不详, 2019.
WU J. Wuhan Yangtze new city smart city special planning research[C]//Proceedings of the China Automation Conference 2019

- (CAC2019). Hangzhou: [s.n.], 2019.
- [13] 国家标准化管理委员会. 智慧城市顶层设计指南: GB/T36333—2018[S]. 2018.
- Standardization Administration. Top-level design guide for smart cities: GB/T36333—2018[S]. 2018.
- [14] 郁建生, 林珂, 黄志华, 等. 智慧城市——顶层设计与实践[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2017.
- YU J S, LIN K, HUANG Z H, et al. Smart city-top-level design and practice[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2017.
- [15] ZHANG J F, HUA X S, HUANG J Q, et al. City brain: practice of large-scale artificial intelligence in the real world[J]. IET Smart Cities, 2019.
- [16] 中国信息通信研究院. 城市大数据白皮书[R]. 北京: 中国信息通信研究院, 中国通信标准化协会大数据技术标准推进委员会, 2019.
- China Academy of Information and Communications. Urban big data white paper[R]. Beijing: China Academy of Information and Communications, Big Data Technical Standard Promotion Committee of China Telecommunication Standardization Association, 2019.
- [17] CRONEMBERGER F, GIL-GARCIA J R. Big data and analytics as strategies to generate public value in smart cities: proposing an integrative framework[M]. Switzerland: Springer Nature, 2019.
- [18] MERKEL D. Docker: lightweight Linux containers for consistent development and deployment[J]. Linux Journal, 2014(2).

- [19] MOHAMMADI M, AL-FUQAHA A, GUIZANI M, et al. Semi-supervised deep reinforcement learning in support of IoT and smart city services[J]. IEEE Internet of Things Journal, 2017: 1.

[作者简介]



吴军（1965—），男，烽火通信科技股份有限公司教授级高级工程师、高级技术专家，主要研究方向为光纤通信、移动通信、计算机应用、智慧城市、人工智能等。



张俊（1981—），男，武汉大学电气与自动化学院教授、博士生导师，中国自动化学会副秘书长，IEEE 射频识别理事会（IEEE CRFID）副主席。主要研究方向为大数据、人工智能、物联网等新一代信息技术及其在电力能源等复杂系统中的应用。担任 *IEEE Transactions on Computational Social Systems*、*IEEE Internet of Things Magazine*、*IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*、《自动化学报》《智能科学与技术学报》等高水平学术期刊编委。2019 年获得杨嘉墀科技奖二等奖。