



电信运营商云网规划数字化研究和实现

熊小明, 赵静

(中国电信股份有限公司研究院, 北京 102209)

摘要: 基于电信运营商数字化转型, 系统性地提出了数据驱动的云网发展规划体系, 以及六大关键数字化能力构建, 设计和实现了一种云网规划数字化平台, 该平台可用于实现目标网络精细规划、边缘计算精准预测等场景, 并探讨了数字孪生在规划领域的应用前景, 对运营商推进云网融合战略、推进高质量发展具有指导和参考意义。

关键词: 云网规划; 数字化平台; 数字孪生; 云网融合

中图分类号: TP393

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2022287

Digital research and implementation of cloud-network planning of telecom operators

XIONG Xiaoming, ZHAO Jing

Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Beijing 102209, China

Abstract: Based on the perspective of digital transformation of telecom operators, a data-driven cloud-network development planning system was proposed systematically, six key digital capabilities were built, and a cloud-network planning digital platform was designed and implemented, which could be used for scenarios such as fine planning of target networks, accurate prediction of edge computing, etc., and the application prospects of digital twins in the field of future cloud-network planning were discussed. The proposed system has guiding and reference significance for operators to promote cloud-network integration strategies and promote high-quality development.

Key words: cloud-network planning, digital platform, digital twin, cloud-network integration

0 引言

企业数字化转型指利用数字技术, 如大数据、云、人工智能、区块链等, 把企业各环节要素数字化, 推动要素资源配置优化、业务流程生产方式重组变革, 从而提高企业经济效率的过程。自

新型冠状病毒肺炎疫情暴发以来, 全球数字化进程不断加快, 推动数字经济成为国家经济增长的中流砥柱。加快数字化转型, 实现企业信息系统架构和运营管理模式数字化, 是国家顺应时代发展大势所趋, 也是企业深化改革的必经之路。

运营商既是数字产业化的重要参与者, 也是



产业数字化的赋能者,其自身数字化转型至关重要。随着云网融合深入推进^[1],云网发展全方位数字化管理成为运营商面临的一大难题。在云网规划建设领域推进数字化转型,从管理与流程变革入手优化流程,从规划-建设-运维数据共享入手闭环管控,构建数字化平台能力,推进云网升级和重构,提高建设和投资效益,是实现云网融合高质量发展的必然要求^[2]。

当前运营商的云网规划建设信息化,多聚焦于工程建设流程和投资管理,或无线网络规划优化等特定场景^[3],而针对云网全局规划建设的系统性研究非常少。数据驱动的云网精细规划、精确建设、精准投资,不仅要求云网规划建设人员灵活应用数据,更迫切要求适时引入云网规划数字化平台,通过数字化、智能化技术推进数据驱动和精准规划,从数据和计算强化方案编制决策,全面提升规划质量和科学水平。

1 云网规划数字化设计

1.1 数据驱动的云网规划体系

在国家政策、行业发展和技术演进等的驱动下,运营商云网发展出现了新特点。一方面,智能化综合性数字信息基础设施建设不断加快,拓

宽了网和云的范畴,对云网规划体系提出更高要求;另一方面,通信和信息技术的快速融合,推动云和网从独立发展走向全面融合,传统规划体系无法满足一体化特征。本文设计了一种数据驱动的云网发展规划体系,如图1所示,包括四大部分。

(1) 云网资源专业体系

云网资源专业体系包括互联网数据中心/数据中心(IDC/DC)基础设施、IP和传输承载网、业务网络、云资源池,以及云网安全等核心专业云网,各专业之间规划统筹协作,互为输入输出关系。

(2) 内外部多维数据驱动

内外部多维数据驱动为云网精准规划提供行业市场、业务客户、网络资源和规划执行等基础数据,为云网规划数字化方案编制和优化提供基础数据来源。

(3) 计划建设对接及评估

云网规划输出年度方案,为工程建设提供项目来源,并从规划角度开展建设进度跟踪和效益后评价,为当年规划质量和下一年滚动投资提供评价依据。

(4) 跨专业间协同和共享

跨专业间协同和共享可实现云网跨专业规划

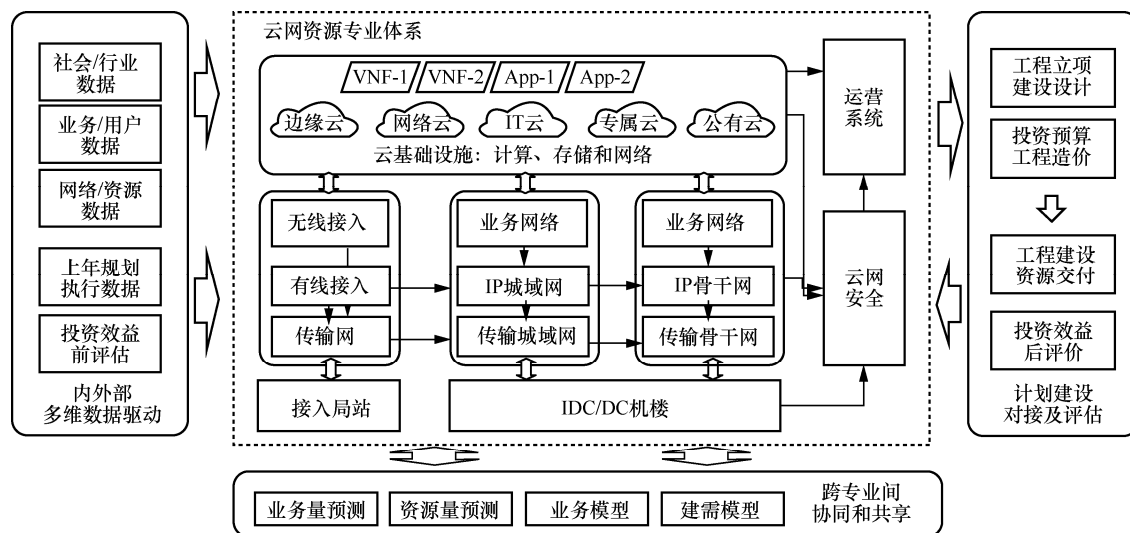


图1 数据驱动的云网发展规划体系

之间的资源数据共享,以及流量、带宽、端口、设备、机架、机房等建需匹配协作,实现云网规划方案一体化,提升整体资源效益。

1.2 云网规划数字化能力设计

构建数据驱动的云网规划体系,应从以下 6 个关键方面开展数字化能力设计。

(1) 构建云网发展能力指标和评估体系

以云网规划建设为中心,制定以集团、省级、地市为主体的指标和评估标准,涵盖业务市场、云网能力、云网性能、投资预算等多方面,为云网发展方向、方案制定、项目审核、投资决策提供量化指引。

(2) 打造云网资源和数据的可视化能力

通过地理信息系统 (geographic information system, GIS) 地图等技术,构建局站机房、光缆、云池、网络设备、网络拓扑等“点-线-面”视图,支持云网一体化规划布局和设计施工等落图。同时,云网发展能力和评估关键数据应可视、可评、可对标。

(3) 实现规划编制流程在线和数据入库

形成集团、省级、地市三级联动的线上标准流程,构建云网规划大数据湖,实现规划数据入库、规划方案入库、规划过程留痕。通过数字化手段,不断提高规划科学性、质量和效率。

(4) 推进多源多维数据采集和协同共享

打通规划平台与企业业务支撑系统 (business support system, BSS) /管理支撑系统 (management support system, MSS) /运营支撑系统 (operation support system, OSS) 对接,获取现网资源、工程建设、业务和用户数据,通过当前发展和历史回溯,实现市场和效益导向的精准规划投资决策。

(5) 引入算法模型提升规划精准度和智能性

提供数据驱动的规划工具和算法模型,支持不同专业领域的业务预测、建需匹配、配置优化、滚动迭代;提供专家型、智能化的分析研判和基准方案,满足不同区域、不同阶段的云网发展规

划定制化要求。

(6) 打通云网规划-建设-投资闭环管控

以 5G、光纤宽带接入、云计算、IDC 等重点产能类专业为切入,构建云网规划-建设-投资-放号等过程闭环管理体系,强化规划执行的效果评估,增强效益导向的规划审核,严格把关资源投放合理性和科学性。

2 云网规划数字化实现

2.1 云网规划数字化平台架构

依托云、大数据、人工智能、数字孪生等数字技术融合底座,构建云网规划数字化手段,支撑运营商集团、省级、地市公司的管理组织架构,赋能数据驱动的云网规划数字化转型。结合当前云网规划建设实际,本文提出一种适用于运营商的云网规划数字化平台架构,如图 2 所示,从功能架构分成以下 3 个层级。

(1) 融合数据底座

该层包括云网规划的数据采集、数据存储和数据计算等基础底座。数据采集,实现多维多源数据汇聚和获取,数据来源涵盖云-网-边-端、用户、业务、市场等;数据存储,实现云网资源、指标体系、规划方案、工程建设等大数据存储,以及云网业务和运营等数据仓库;数据计算,实现实时、离线、大数据和 AI 等计算。

(2) 规划能力层

该层包括云网规划基础能力和核心能力。基础能力实现 GIS 视图、智能表格、日志管理、权限管理和认证等;核心能力包括规划在线流程管理、指标体系及可视化、精准规划方法支撑、规划建设闭环管控、业务场景驱动建设,以及工程设计施工辅助等。

(3) 规划服务层

该层主要以统一门户网站为建设重点。面向不同区域、不同权限的用户群,提供云网融合的融合视图、专业视图、个人工作台等场景服务。

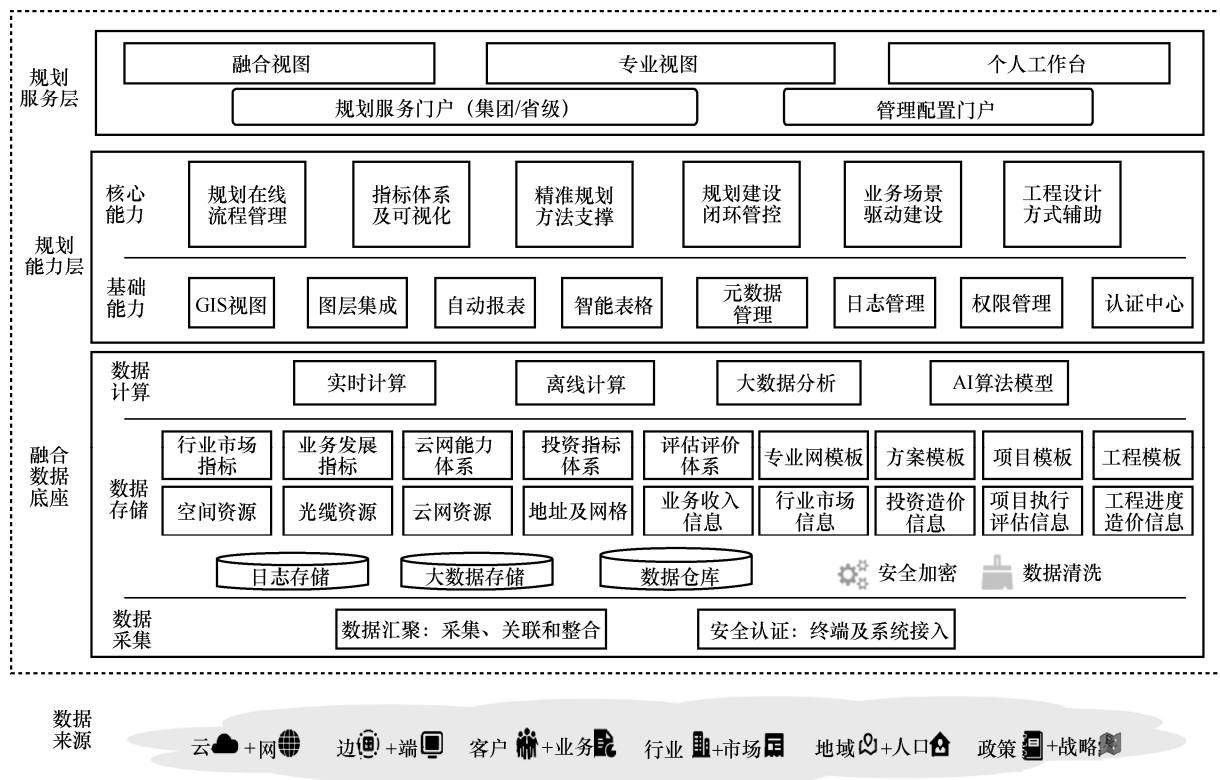


图2 云网规划数字化平台架构

2.2 云网规划数字化实践案例

(1) 目标网络精细规划，“网格化”管理

为满足4G/5G基站、政企专线、家庭宽带等各类业务接入需求，运营商结合行政区、自然区、路网结构和客户分布，将城市区域或发达乡镇等业务密集区，划分为能独立完成业务接入和汇聚的“网格”，统称为综合业务接入区。落实综合业务接入区目标规划和建设管理，云网规划数字化平台采用了5个核心步骤推进在线规划管理、工程和建设辅助服务，为全业务经营提供基础资源保障。

综合业务接入区“一区一案”规划管理架构如图3所示。目标网络规划，结合移动和宽带业务和本地接入光缆现状，基于地图开展城乡的综合业务接入区目标网格规划；“一区一案”规划，

以综合接入区为基本单位，涵盖接入机房、电源空调、主干接入光缆等诸多资源的年度方案编制和落图；方案审核批复立项，由集团和省专家团队集中审核，完成建需匹配、建设投资审批，批复后可纳入项目立项；工程设计资源核查，辅助完成工程设计的现网资源勘查、稽核和新建资源预录入等；施工进度资源交付，支持对工程建设施工进度跟踪和造价评估，并完成资源入库等。

(2) 边缘计算精准预测，助力精准布局

以“网格化”为基础，通过对区域内发展用户、业务数据和资源数据等的综合收集和分析，基于大数据和算法模型设计，构建边缘计算业务需求热度模型，促进边缘云和边缘网络协同发展。数据驱动的边缘计算业务热度模型参数如图4所示。云网规



图3 综合业务接入区“一区一案”规划管理架构

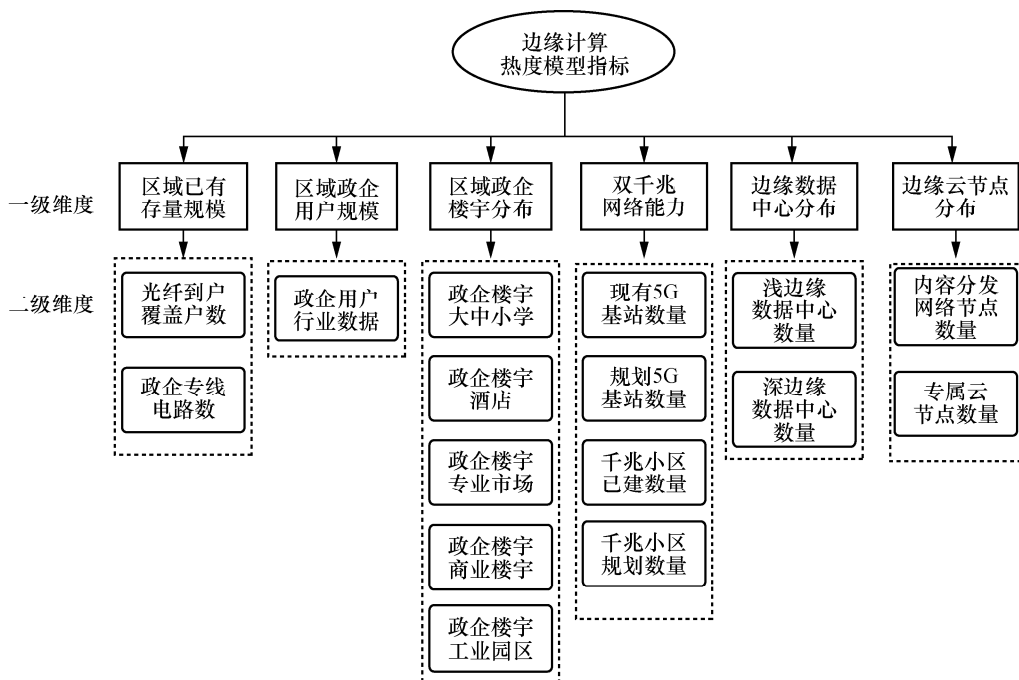


图4 数据驱动的边缘计算业务热度模型参数

划数字化平台提出了区域已有存量规模、区域政企用户规模、区域政企楼宇分布、双千兆网络能力、边缘数据中心分布和边缘云节点分布 6 类一级指标维度以及系列细分二级指标参数,采用分级赋权重、区域归一化等处理,开展不同区域范围的边缘计算业务需求热度评估。

该模型可有效实现地市/区县/网格等多维度的边缘计算需求热度视图和排序,为省市公司开展共享型边缘云建设布局提供精准指导,真正实现数据驱动的云网精准建设投资能力。

3 数字孪生在规划领域应用展望

数字孪生是物理实体的实时数字表示,能全面、准确映射物理实体并对其进行全生命周期管控,具备描述、诊断、预测和决策能力^[4-5]。数字孪生技术已被广泛应用于航空航天、工业制造等领域^[6-10],带来了明显的效率提升和成本下降^[11]。同样,数字孪生技术在云网发展规划和运营领域,具备广阔的应用前景。数字孪生概念模型如图5所示。

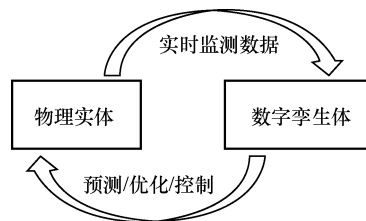


图5 数字孪生概念模型

构建云网数字孪生体,并与云网实体保持实时交互,可实现云网全局资源、设备、拓扑以及三维地图的全息可视,可实现云网规划过程、实时运行状态以及现网建设效果的动态跟踪,可实现复杂算法模型的高效仿真验证和迭代优化,可根据阶段建成效果调整和改进实施策略,可结合人工智能引擎不断推进云网自规划、自验证、自调优和自演进,全面提升云网规划、建设和运营数字化、自动化水平。

4 结束语

服务经济社会的数字化转型,服务千行百业的“上云用数赋智”,对运营商云网融合的信息基础设施建设提出了更高要求。云网规划数字化是



技术创新, 又是管理模式创新, 可以带来更高效的数字手段与更先进的管理模式, 并适应未来不断出现的技术形态和不断提升的服务要求, 是实现运营商云网高质量发展的关键基础。借助云、大数据、人工智能和数字孪生等新技术, 本文系统性地提出了云网规划体系、数字能力设计、数字平台架构和典型场景实践, 对推进云网发展规划-建设-运营的体系化、数字化、智能化具有很强的现实指导意义, 助力运营商企业数字化转型之路。

参考文献:

- [1] 中国电信集团有限公司. 云网融合 2030 技术白皮书[R]. 2020. China Telecom Group Co., Ltd.. Cloud network convergence 2030 technical white paper[R]. 2020.
- [2] 中国信息通信研究院云计算与大数据研究所. 云网融合产业发展研究报告 (2021 年) [R]. 2021. Institute of Cloud Computing and Big Data, China Institute of Information and Communication. Research report on the development of cloud network convergence industry (2021)[R]. 2021.
- [3] 孙仲锴. 无线网络规划的大规模 MIMO 的波束跟踪研究与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2021. SUN Z K. Research and implementation of large-scale MIMO beam tracking for wireless network planning[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2021.
- [4] SCHLUSE M, ROSSMANN J. From simulation to experimentable digital twins: simulation-based development and operation of complex technical systems[C]//Proceedings of 2016 IEEE International Symposium on Systems Engineering. Piscataway: IEEE Press, 2016: 1-6.
- [5] FOURGEAU E, GOMEZ E, ADLI H, et al. System engineering workbench for multi-views systems methodology with 3DEXPERIENCE platform[J]. Springer International Publishing, 2016: 269-270.
- [6] GRIEVES M, VICKERS J. Digital twin: mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems trans disciplinary Perspectives on complex systems[M]. Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems. Cham: Springer, 2017: 85-113.
- [7] FRANCISCO A, MOHAMMADI N, TAYLOR J E. Smart City digital twin-enabled energy management: toward real-time urban building energy benchmarking[J]. Journal of Management in Engineering, 2020, 36(2): 04019045.1-04019045.11.
- [8] DALSTAM A, ENGBERG M, NÅFORS D, et al. A stepwise implementation of the virtual factory in manufacturing industry[C]//Proceedings of 2018 Winter Simulation Conference (WSC). Piscataway: IEEE Press, 2020(8): 3229-3240.
- [9] ZHANG J, LI L, LIN G J, et al. Cyber resilience in healthcare digital twin on lung cancer[J]. IEEE Access, 2020(8): 201900-201913.
- [10] JAGANNATH J, RAMEZANPOUR K, JAGANNATH A. Digital twin virtualization with machine learning for IoT and beyond 5G networks: research directions for security and optimal control[C]//Proceedings of the 2022 ACM Workshop on Wireless Security and Machine Learning. New York: ACM Press, 2022.
- [11] ZHANG J, LI L, LIN G J, et al. Cyber resilience in healthcare digital twin on lung cancer[J]. IEEE Access, 2020(8): 201900-201913.

[作者简介]



熊小明 (1974-), 男, 中国电信股份有限公司研究院高级工程师, 主要研究方向为云网融合、数据中心、云网规划、数字化平台等。



赵静 (1996-), 女, 中国电信股份有限公司研究院工程师, 主要研究方向为云网融合、接入网、数字孪生、云网规划、数字化平台等。