



产业数字化 算网咨询服务白皮书 (2022)

中移数智科技有限公司

China Mobile Digitization Technology Co., LTD

2022 年 06 月

目 录

- 前言 1
- 一、算网赋能产业数字化转型背景 2
 - （一）产业数字化进程加快，算网服务需求激增 2
 - （二）工业互联路径差异化，算网规划设计定制化 2
 - （三）全力构建算网服务，具有三大重要意义 3
- 二、算网咨询一体化服务能力 3
 - （一）算力基础设施与产业融合能力 3
 - （二）建设和运营的统一服务能力 4
 - （三）算网基础设施咨询深化发展能力 5
- 三、中国移动算网咨询方法论及服务场景 5
 - （一）算网咨询赋能方法论 5
 - （二）算网咨询服务场景 6
- 四、咨询服务引领产业数字化转型实践 11
 - （一）背景：产业升级，积极思索数字化转型 11
 - （二）方法：咨询引领，提前制定算网基石战略 11
 - （三）规划：全局视角，顶层设计算力泛在连接的总体架构 12



前言

为全面贯彻落实“网络强国、数字中国、智慧社会”的国家战略，中国移动充分发挥中央企业主力军的作用，持续推动我国数字经济的健康发展。当前算力需求已无处不在，成为产业数字化进程中新的生产力，随着“东数西算”工程全面启动，算力和网络融合共生的一体服务对产业数智化转型愈发重要，中国移动深刻认识到发展算力网络既是国家、社会、产业发展的战略要求，也是运营商转型发展的重要机遇，为此在创世界一流信息服务科技创新公司的过程中，中国移动制定了算力网络的总体发展策略，以数智化咨询牵引产业数字化服务，积极开展算网产业应用研究实践。

本白皮书对算网咨询服务的核心理念、咨询场景、发展路径以及技术创新的系统阐释，联合产业各方从咨询+产品+服务等多方面共同推动算力网络的发展。事实上，算网融合已成为产业数字化信息基础设施，咨询引领算网服务赋能千行百业数字化转型，具有十分重要的战略价值。

本白皮书版权归中移数智科技有限公司（中移咨询）所有，并受法律保护，转载、编撰或以其他方式使用本白皮书文字或观点，应注明“来源中移数智科技有限公司”。违反上述声明者，将追究其相关法律责任。

一、算网赋能产业数字化转型背景

》》 （一）产业数字化进程加快，算网服务需求激增

目前城市、交通、能源、工业等传统产业在人工智能、大数据等新一代信息技术的加持下智慧化程度越来越高，这背后是每两个月就要翻一倍的算力网络需求，此外随着元宇宙、无人驾驶、数字货币、数字孪生等新兴业务快速发展，算力已成为信息社会的核心生产力，算力网络通过算力和网络的融合按需分配和灵活调度涵盖人-机-物的计算资源，与产业经济增长紧密相关。

》》 （二）工业互联路径差异化，算网规划设计定制化

作为实现产业数字化、网络化、智能化发展的新基建，工业互联网通过人、机、物的全面互联，推动形成全新的工业生产制造和服务体系。由于产业数字化发展水平，工业基础能力及企业分布结构不同，国内外工业互联网的发展路径及应用需求也不同。欧美国家由于自身工业数字化发展水平相对较高，工业互联网应用大部分聚焦在资产管理服务层面如工业数据的深度分析、设备管理服务分析等，主要为企业创造直接的优化价值。国内当前产业数字化水平参差不齐，工业基础能力弱，工业互联网的应用场景主要以生产过程管控分析、资源配置优化及设备管理服务为主。算力网络与工业互联网相结合，逐步成为支撑工业生产的基础设施，助力推动算力网络在垂直行业的研发设计、生产制造、管理服务等生产流程的深刻变革，实现工业制造智能化、服务化、高端化转型。



图 1 产业数字化转型中算网服务架构

》》 （三）全力构建算网服务，具有三大重要意义

算力网络的核心是强化计算和网络能力的融合匹配，通过广泛的网络访问实现云计算的便捷和易获取，实现千兆连接并使用云计算、大数据和人工智能服务，全力构建算网服务对我国经济社会发展具有重要意义。

第一，构建算网服务是释放产业数据要素价值、驱动经济新一轮增长的重要基础。算力网络能够实现算力资源的精准配置和按需获取，加速数据要素的深度运用和充分转化，打造新的数字经济增长极。

第二，构建算网服务是加快区域协调发展、助力西部地区迈向产业链高端的重要路径。建设全国一体化算力网络，实施“东数西算”，能够加速东部数字经济产业链向西部延伸拓展，让西部地区更加便捷、充分的享受数据要素的注智赋能，实现从“瓦特”产业向“比特”产业的跨越式发展。

第三，构建算网服务是达成产业“双碳”目标、实现绿色发展的重要保障。数据中心属于高耗能行业，且连续多年保持高速增长。西部地区可再生能源丰富，气候、地理等条件适宜发展绿色节能数据中心，但存在算力富余、数据匮乏问题。建设全国一体化算力网络，推动西部算力和东部数据资源的高效匹配，能够有效降低能源耗损，助力碳达峰、碳中和目标达成。



二、算网咨询一体化服务能力

》》 （一）算力基础设施与产业融合能力

从算网发展的角度看，融合的主要内容包括三个方面：一是要素升级，即各类数字要素围绕网络化布局、平台化共享等特点，优化整体布局，推动能力升级；二是集成创新，面向千行百业，突破简单的数字要素堆砌，通过集成创新，从场景出发对数字要素进行智能编排调度，形成丰富多样的行业解决方案，满足产业数字化转型实施复杂的场景需求；三是加速构建安全可控的能力底座，践行关键基础设施安全保护责任，加快建设“数据融通、能力聚合、架构统一、生态开放”的端到端安全能力体系。

三个方面并非独立，而是辩证统一的，即集成创新是服务于数字化转型，是场景化的多要素集成创新；而要素升级是基于集成创新需求的“云网数智安”多要素布局优化和能力提升。算网融合是一体化智能内生机制，可显著提高服务产业数字信息基础设施的效率和安全性。对云网融合的深化和产品服务的新升级，必然要求规划咨询设计服务的升级。

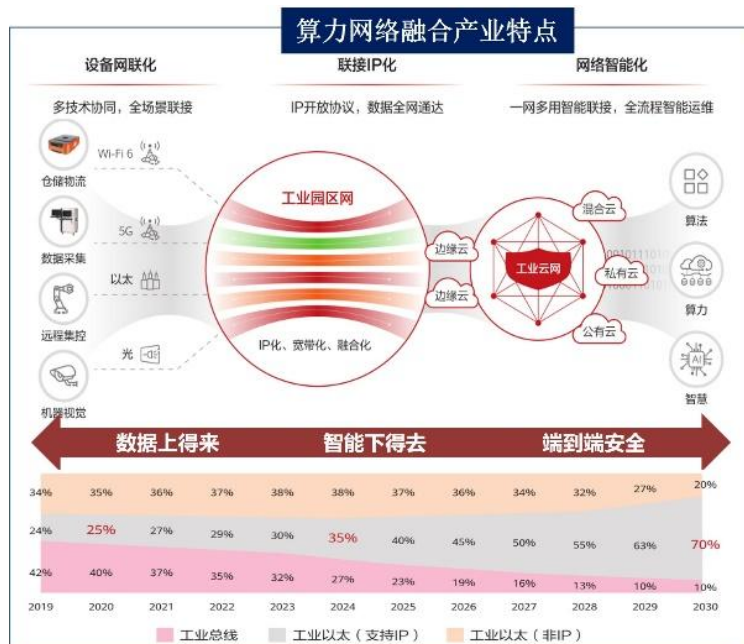


图2 算力网络融合产业特点

（二）建设和运营的统一服务能力

算网融合的关键是推动三个统一的一体化服务：一是统一布局，各数字要素统一规划、统一建设，强化自主创新。二是统一运营，实现全要素的智能敏捷联动，为新型数字化场景提供多要素一体化开通、调度、运维、调优等运营服务。三是统一服务，改变单一产品的服务模式，各要素面向全场景集成封装，提供综合化、创新性解决方案。



图3 建设运营一体化算网服务

加快智能敏捷的服务支撑能力建设，数据和算力等新型资源的发掘和调度，支撑业务系统的实时、按需、动态化的部署。推进算网智能调度，实现网络资源按云所需、网络调度随云而动、云网一体化部署。5G 是现阶段算网融合的最佳实践，同时，不断推进算网运营的自动化和智能化，实现业务分钟级开通、故障分钟级恢复，通过引入数字孪生、AI 自动编排等关键技术，对云网资源、数据、能力进行一体化封装、调度和供给，对全行业的云网应用进行赋能。

》》 （三）算网基础设施咨询深化发展能力

当前产业算网基础设施发展面临机遇与挑战并存。在国家鼓励政策、产业数字化发展的推动下，算网基础设施市场增长迅速，同时行业应用解决方案不断丰富，基础设施需求快速增长，市场形成利好。然而，产业数智化发展却受到多方面因素的影响。一方面，由于其跨领域、跨行业、多技术集成等特点，目前部分传统产业还存在数智化转型力度、决心不足、缺少与之配套的战略及管理体系，大部分传统产业主要实现了管理、服务信息化，在数据支撑生产、决策等领域还存在较大差距，上云用数赋智进度滞后，算网基础设施应用力度不足。另一方面，企业/行业需要结合具体应用场景，要考虑边缘计算、私有云、公有云等多云基础设施协同，面临多种技术和产品选择，往往存在技术与产品与应用场景协同不足、能力不匹配等问题，产业与算网基础设施融合程度有待进一步深化。仍需持续通过算网基础设施赋能产业应用，催生出创新业态、创新商业模式。

随着产业数智化转型的新需求持续激发，如何让算网基础设施与产业数智化进程协同发展，除了算网本身的技术演进外，更多需要考虑产业侧供给、需求，结合产业发展 OT 等技术与 CT、IT 融合技术路线，供给方市场策略、需求侧的 IT 架构、业务时延要求、数据和业务安全、ROI 和 TCO、等问题统筹考虑。

算网基础设施发展多年，其规划咨询、工程设计、集成等服务模式、服务内容较为成熟。面向产业数智化转型发展趋势，算网咨询服务除算网自身技术发展建设需求外，需要和产业数智化转型深度融合，打造面向产业数智化转型的融合基础设施咨询产品。



三、中国移动算网咨询方法论及服务场景

》》 （一）算网咨询赋能方法论

中国移动杨杰董事长 2021 年即提出构建以 5G、算力网络、智慧中台为重点的新型信息基础设施，构成“连接+算力+能力”新型信息服务体系。算力网络已成为中国移动的三大战略重点之一，中移动 2021 年 11 月率先发布《中国移动算力网络白皮书》，强调算力与网络融合共生的趋势。12 月江苏移动等率先探索算力网络服务模式，在算力中心布局、高品质网络建设、算力服务产品打造上的创新实践；2022 年世界移动通信大会上杨杰董事长明确提出年内基本实现算力和网络的资源互通、系统贯通和一体化服务。

中移数智致力于满足国家、社会、经济、企业层面数智化转型需求，加快传统算网咨询与产业融合的新型咨询业务发展模式，打造价值增长的新模式。通过移动转型经历与服务经验发现，经典架构框架更注重概念的完整性，偏向于战略规划和组织级管理、治理，具体能力设计和建模层面涉猎较少，工程实操性不足，同时对中台，云原生，平台化等新领域趋势关注不足。因比，在充分吸收 TOGAF 等经典企业架构框架的优秀思想和最佳实践的基础上，融合数智化最新发展需求和技术趋势，以数智化转型赋能为目标，逐渐形成了一套以架构思维为驱动，轻量化，敏捷可落地的数智化转型赋能方法模型。

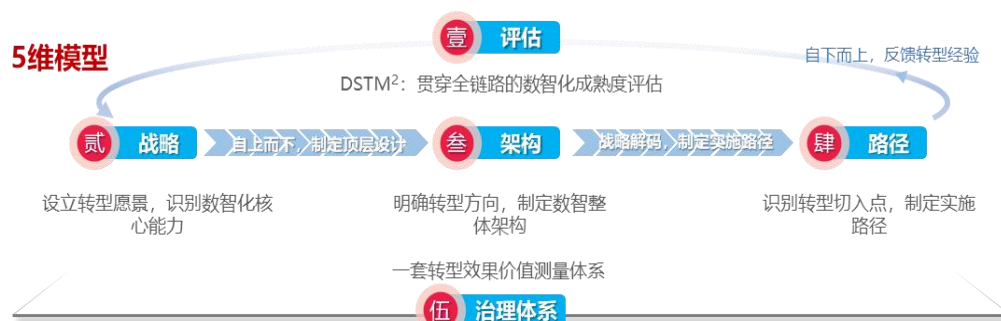


图 5 数智化转型赋能方法 5 维模型

数智化转型赋能方法模型由成熟度评估、战略愿景、顶层架构、实现路径、治理体系五部分组成，以咨询赋能产业为目标，以产业数智化转型、绿色低碳需求为牵引，中移咨询助力千行百业构建数智化顶层策略，铸造数智化能力，规划转型方案，以数智化方式帮助转型主体实现战略愿景，获取高阶价值增益。

》》 （二）算网咨询服务场景

1、面向算网需求侧数智化咨询服务

（1）资源评估

通过资料收集+调研访谈+现场查勘方式，对现有算网基础设施涉及的 IT 机

房、云计算基础设施、网络基础设施及安全四大部分，数据中心机房等级、机房及机架装机率、云计算资源池部署及容灾架构、资源类型及数量、CPU 及内存利用率、计算虚拟化比例、存储及备份利用率、存储及备份设备类型、维护手段及维护能力、网络覆盖、网络性能、安全等保等级、可用性及可靠性等方面进行评估。

（2）发展战略

数智化转型不仅仅是 IT 系统和算网基础设施能力，还包括战略、产品、生产、商业、生态、组织、数据等方面。数智化水平差异、行业属性不同、基础不同都会对产业数智化应用与发展带来巨大的差异。从咨询服务角度，应该面向企业数智化、智能化转型战略目标，结合产业发展趋势及自身规模特点，层层解码，制定算网基础设施发展战略。

（3）一体化架构

根据 2021 年 5 月《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》的指导性意见，数据中心端到端单向网络时延原则上在 20 毫秒以内；车联网、联网无人机、智慧电力、智能工厂、智能安防等实时性要求高的业务需求，时延原则上在 10 毫秒以内。

业务端到端时延等于终端侧时延、网络侧时延、算力侧存算等处理时延，算力部署在不同位置，时延差别主要体现在因网络传输距离、传输节点产生的时延、以及不同位置因算力的集约、分散部署差异造成的存算处理时延。制造业在研发设计、生产制造、经营管理、市场服务等不同的环节，业务对时延的要求存在差别，需要结合时延要求考虑算力部署位置。

工业互联网的业务类型主要分为管理控制类、数据采集类和信息交互类业务，不同类型的业务对于网络性能的要求不尽相同。对于管理控制类业务，需要毫秒级的端到端时延，以及微秒级的时延抖动，数据传输成功率可靠性需达 99.999%；对于数据采集类业务，需要百万连接/平方公里内的强大接入能力以及低功耗、抗干扰能力；而信息交互类业务的需求以高速率传输、大带宽为主。

部分传统研发设计环节可基于云端算力的集约化部署，通过云计算的敏捷能力快速响应客户个性化需求，推进敏捷开发、价值共创，提升客户对产品满意度，实现从产品为中心到以客户为中心的转变。结合数字孪生等技术进行产品研发，

模拟不同场景下的产品测试验证并得到测试反馈参数，缩短研发周期、提升研发设计效率，降低企业试错成本，加速推进新产品落地。

远程控制一直是工业生产中保障人员安全、提升生产效能、实现多生产单元协助的必要手段。物流仓库内货物的搬运、港口集装箱的装卸、矿山矿井的物料配送以及多机械臂协作生产制造场景等都需要远程控制机械来实现。要实现远程控制，不仅需要足够高清晰度视频提供视觉支持，还需要实时稳定的网络保证操控的灵敏度和可靠性。结合 5G 网络切片等能力，提供低时延、高可靠网络并将算力就近部署在边缘侧。

协同制造在工业 4.0 的发展中逐步得到更多关注，通过机器人自组织和协同的能力来满足柔性生产是未来工业发展的必然趋势。实现这一过程，除了设备网络互联外，还需要进行设备统一的 PLC 控制，云化 PLC 将成为工业协同制造发展的有力的推手。云化 PLC 将 PLC 执行环境与 I/O 模块解耦，并将 PLC 执行环境标准化、模块化、虚拟化，满足灵活部署以及统一调度的需求，但同时对网络时延提出了苛刻的要求。5G 是云化协同控制的理想通信网络，5G 切片网络能够为机器人控制提供端到端定制化的网络支撑。5G 网络可以达到低至 1ms 的端到端通信时延，并且支持 99.999% 的连接可靠性，强大的网络能力能够担负起云化协同控制对时延和可靠性的挑战。

在 AR 远程维修、培训展示、设计等场景，可结合 5G 及云边算力协同能力，可以将渲染任务放到云端，以视频流的形式回传至本地 AR 设备，在移动 AR 端获得高质量的 3D 渲染，增强用户的真实感交互体验。

从数据安全角度，云端算力可以通过部署安全监管、安全防护等平台实现安全防护。但部分制造业企业对自身设计工艺、核心生产数据等极其敏感，希望在本地进行闭环管理，在此场景下，算力通常以部署在边缘本地为主。

从产业链生态衔接角度，通过云端算力与工业互联网平台的协同集聚优势，通过区域、行业、双跨等工业互联网平台，承载设备、系统、工艺参数、软件工具、企业业务需求和制造能力等资源的互联网汇聚共享平台，承载工业经验与知识模型，对接工业优化应用，在企业内部和企业间形成网络协同优化，打通信息壁垒，推动产业链上下游生态衔接，打造工业互联网朋友圈、生态圈。

在网络架构方面，需要结合数据采集方式，云计算部署架构、国内外分支设

置、内外网设置等情况，考虑网络架构。以制造业为例，涉及包括园区/工厂内网，以及多分支、云边互通、互联网等应用场景的园区/工厂外网。

在规划过程中需要根据园区/工厂数据采集需求，明确连接的海量物联感知设备、控制器（PLC、DCS、FCS 等）、伺服器、监控器等海量工业采集感知设备不同的接口、协议，结合企业各类 IT 系统等数据源，基于多分支、云边互通等需求，同时基于产业技术发展情况，业务低时延高可靠要求、数据和业务安全、ROI 和 TCO 等问题统筹规划网络技术、网络架构、网络性能、网络 SLA 等规划。从而解决数据即时采集、故障及时感知、数据及时响应等问题。

（4）演进路径

《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023 年）》明确提出，要加速已有工业软件云化迁移，形成覆盖工业全流程的微服务资源池。推动基础工艺、控制方法、运行机理等工业知识的软件化、模型化。鼓励工业软件企业基于平台打造功能组件和数据模型灵活组织复用的软件产品，带动设计仿真、工艺优化等功能强化。以制造业为例，当前 CRM、ERP 等经营管理服务类软件云化较为成熟，设计研发类工业软件的云化进程，因其需求特点、产品供给方特点等因素，云化进程相对较慢。同时随着大数据、人工智能、数字孪生等 IT 技术与产业的逐步融合，设计研发类工业软件的云化近年来也开始加快云化进程。算网基础设施应结合数字化转型路径，结合技术路线、投资收益、迫切程度，制定自身发展路径。

（5）治理体系

针对算网基础设施需求方，其治理体系以需求为导向，建立涵盖组织管理、制度规范和技术支撑等层面的内容。

在组织管理层面，确定需求管理、运维服务管理（存在自运维的场景）体系运行的管理方式以及与之相配套的人员岗责安排、机构设置，达到人、技术、流程的有机融合。

在制度规范管理层面，应建立需求、运维服务管理过程中各参与要素的行为准则和 workflows。

在技术支撑方面，应明确为实现需求管理、运维管理等治理流程所需要的管理工具和技术手段。

2、面向算网供给侧数智化咨询服务

各地方政府相关部门面向数字中心、产业算网基础设施发展，除通过政策制定、提升政务服务、城市治理优化营商环境外，还需要摸清家底、明确定位、前瞻规划。

（1）资源评估

通过评估摸清家底。中移数智结合中国移动多年数据中心、云计算及边缘计算、网络等领域咨询经验。可全面摸查地方在用、在建、拟建数据中心及算网资源数量、规模。并基于中移数智 DSTM2 评估模型或其它模型，定制切合组织实际的评估体系，系统性评估组织算网基础设施数智化转型成熟度，深入挖掘存在的问题，形成全局性与领域性评估结论，为标准、政策制定，后续规划提供输入。

（2）发展战略

结合国家及地方政策、产业、经济基础和发展规划，自然地理环境、区位特点、算网资源能力、产业数智化转型及基础设施云化等发展现状及发展趋势，结合自身资源禀赋，面向长远布局，明确地方数据中心与相关产业融合发展、产业生态合作、产业招商等战略定位。

（3）一体化架构

结合地方数据中心、网络枢纽等节点定位，明确地方算网基础设施架构。

在集中枢纽层面，国家发展改革委、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局联合批复全国一体化大数据中心八大枢纽，优化数据中心建设布局，推动算力、算法、数据、应用资源集约化和服务化创新。

在边缘计算超分布层面，国家工业和信息化部、国家发展改革委联合印发《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》，明确将面向城区常住人口 100 万以下的中小城市（含地级市、县城和特大镇）组织实施云网强基行动。

（4）演进路径

中移数智可基于对产业数智化转型、以及算网资源设施的融合咨询能力，结合中移数智“1357”转型赋能方法论，制定产业算网基础设施战略、业务、技术、管理等发展规划，理清发展目标、明确新建及存量数据中心、算网基础设施发展策略、发展路径，提出重点任务及保障措施。

（5）治理体系

针对算网基础设施需求方，其治理体系以运营维护等活动为导向，建立涵盖组织管理、制度规范和技术支撑等层面的内容。

在组织管理层面，确定运营维护体系运行的管理方式以及与之相配套的人员岗责安排、机构设置，达到人、技术、流程的有机融合。

在制度规范管理层面，应建立运营维护等管理过程中各参与要素的行为准则和 workflows。

在技术支撑方面，应明确为实现新型数据中心运营维护管理等治理流程所需要的管理工具和技术手段。



四、咨询服务引领产业数字化转型实践

》》 （一）背景：产业升级，积极思索数字化转型

国家鼓励和地方支持推动智能网联汽车发展。随着我国汽车产业数字化转型相关政策密集出台，安徽提出要打造全球智能新能源汽车-创新集聚区，构建智能汽车产业生态，推动数字经济加速增长，汽车产业数字化转型势在必行。

效率冲击和认知冲击驱动行业价值链创新。在新冠疫情冲击下，消费者行为发生变化，新势力重构商业模式，传统的行业生态面临颠覆，关键是用 ICT 技术赋能差异化的能力和模式创新。

新一代 ICT 加持下行业竞争发生巨大转变。车企从“产品制造商”逐渐转变为“场景制造商”。基于 ICT 集成服务的智慧移动出行服务，成为关键竞争要素。新势力造车，从变革认知、数字场景融入、数字技术运用等方面，创造跨界优势。

为此国内某一龙头车企把握数字化、网络化、智能化带来的历史性机遇，加快数字化转型升级，提高供给对需求的适应性和灵活性，形成新的增长动力，并应用到产品的智能制造中，启动了数字化转型的规划和建设项目。

》》 （二）方法：咨询引领，提前制定算网基石战略

该车企数字化转型需要云能力平台的使能，而算网能力是云能力平台的基石，其中“算”是核心，是未来应用、服务生长的土壤，“网”是基础，是产业数智化万物互联的关键，最终助力其实现简洁、敏捷、开放、融合、安全、智能的新型信息基础设施的资源供给。

前期中移咨询利用五维模型方法论，通过提供算网咨询服务，围绕奇瑞集团

上云战略转型目标，全面梳理集团业务流程、管理体系、资源配置情况，构筑奇瑞汽车算力体系，为后期定制化的解决方案实施交付，以及为中台、大数据等能力提供灵活调用的算力资源打下坚实基础。

》》 （三）规划：全局视角，顶层设计算力泛在连接的总体架构

基于中国移动 5G+AICDE 技术优势，从连接、算力、能力三个层面，从多云运营管理、多维度安全管理、高可用运维管理等管理域规划设计，提供端对端整体上云解决方案，助力该车企集团各子公司各业务系统上云，满足该车企集团网络升级、供应链协同、产品创新、降本增效的需求。

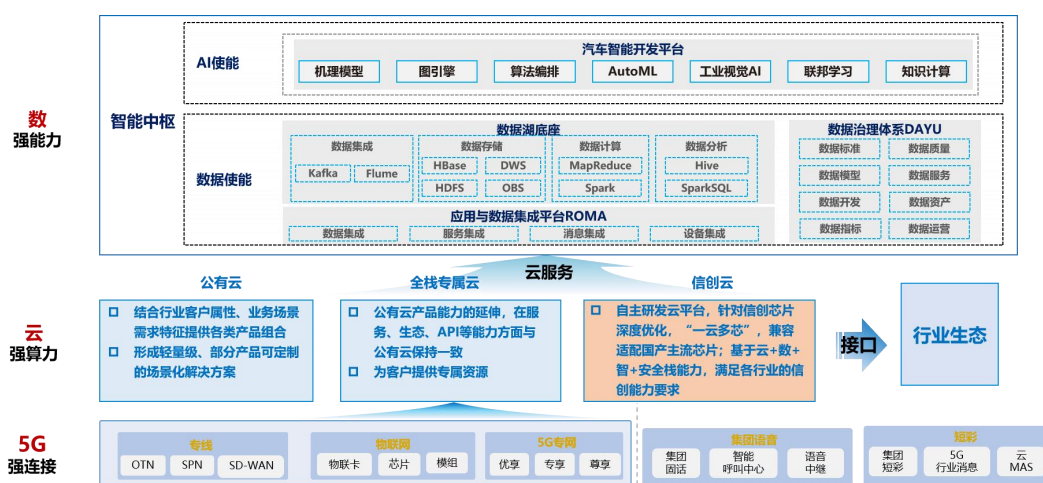


图6 某车企算力能力平台总体架构

项目组提出总体战略和架构规划设计，针对该车企不同的业务场景，提供中心云、边缘云、专属云等泛在算力供其灵活选择，打造一点接入，即取即用的“算力服务”。通过咨询，该企业对数字化转型项目形成了共识，凝聚了合力，有力支撑了后续数字化转型的推进工作。

报告编委

专家编委：孙卫东 徐峰 杨劲

报告执笔者：杨鸿宾 沈蕾 赵海洋 赵占雪

中移数智科技有限公司

地址：北京市海淀区海兴大厦 C 座

电话：010-52696688



中国移动
China Mobile