

阿里云

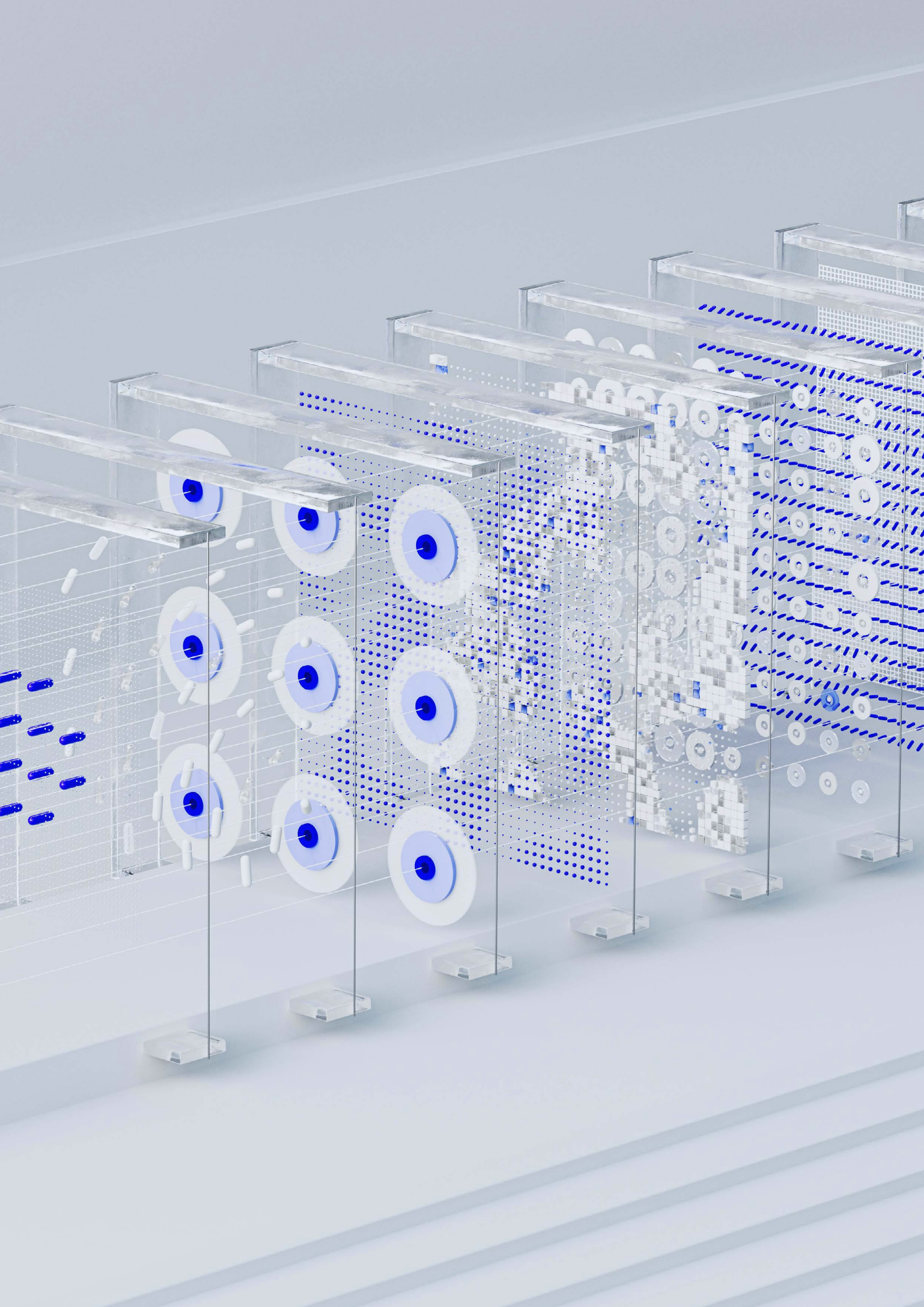
CAICT 中国信通院

产业智能 发展与应用技术报告

TECHNICAL REPORT ON THE DEVELOPMENT AND
APPLICATIONS OF INDUSTRY INTELLIGENCE

阿里云计算有限公司 中国信息通信研究院产业与规划研究所

2023年8月



目录

前言

01

产业智能：产业数字化转型的必经之路

- 1.1 产业智能提出的背景 12
- 1.2 产业智能的内涵与特征 13
- 1.3 产业智能发展的意义 14

02

产业智能发展的趋势与挑战

- 2.1 产业智能发展的历程 18
- 2.2 产业智能发展态势 19
- 2.3 产业智能发展趋势 20
- 2.4 产业智能发展面临的挑战 22

03

产业智能发展的总体框架

- 3.1 产业智能发展的新模式 26
- 3.2 产业智能发展的新框架 28

04

产业智能整体技术能力体系

4.1 聚合五大核心技术

4.1.1 数字孪生	32
4.1.2 仿真推演	33
4.1.3 决策优化	34
4.1.4 知识工程	35
4.1.5 协同计算	36

4.2 打造行业智能平台

4.2.1 协同计算平台	39
4.2.2 数字孪生仿真平台	44
4.2.3 行业数据平台	50
4.2.4 行业大模型平台	56

4.3 构筑行业智能引擎

4.3.1 政务行业智能引擎	59
4.3.2 交通行业智能引擎	61
4.3.3 制造行业智能引擎	64
4.3.4 能源电力行业智能引擎	66
4.3.5 汽车自动驾驶智能引擎	70

目录

05

产业智能典型实践

5.1 浙江政务服务一网通办	
5.1.1 政务服务管理业务痛点	74
5.1.2 浙江政务服务一网通办：从网上“可办”到“好办、易办”	74
5.1.3 政务一网通办助力浙江政务服务领跑全国	75
5.2 宜昌城市大脑	
5.2.1 城市治理面临挑战	77
5.2.2 城市大脑：一屏观全域、一网管全城	77
5.2.3 城市大脑助力提升城市现代化水平	79
5.3 中国一汽数智工厂	
5.3.1 汽车制造面临挑战	80
5.3.2 一汽数智工厂：“智造”新标杆	80
5.3.3 一汽数智工厂助力制造转型升级	82
5.4 宁波舟山港梅山港区	
5.4.1 港口转型升级面临挑战	83
5.4.2 宁波舟山港梅山港区智慧化升级	83
5.4.3 港区智慧化助力港口提速增效	86
5.5 成宜智慧高速	
5.5.1 高速公路运营管理面临挑战	86
5.5.2 成宜智慧高速：看的更清，反应更快，服务更好	87
5.5.3 智慧高速让蜀道不再“难”	88

CONTENTS

5.6 某大型赛事活动交通安保一体化	
5.6.1 大型赛事活动下城市交通安保面临挑战	89
5.6.2 某大型赛事交通安保一体化方案	89
5.6.3 交通安保一体化护航赛事圆满成功	91

06

总结与展望

96

前言

当前我国经济已经进入高质量发展阶段，传统产业迭代升级、新兴业态频繁涌现，正是数字和智能技术与传统产业融合发展的结果，在数智化浪潮的推进下，云计算、大数据、人工智能不断变革着传统产业的运行方式，成为撬动产业数字化转型升级的新动能。

其中智能化的加速，使得产业智能成为数字中国建设重要一环。产业智能为各行各业提供智能化的产品和服务，不仅能够帮助企业提高生产管理运营效率，降低成本，还能为政府治理提供新思路和新方法，推动全社会各领域实现高效、智能、可持续的生产方式，从而为产业数字化发展带来深层次、全方位的变革。

我国产业智能处于全面启动、加快发展的阶段，在产业数字化转型逐步进入深水区、人工智能加大与产业融合的同时，也面临一些亟需研究和破解的瓶颈问题，例如，产业智能的概念尚未明确，技术能力体系有待完善，高水平实践有待挖掘与推广、产业数字生态有待建立等。

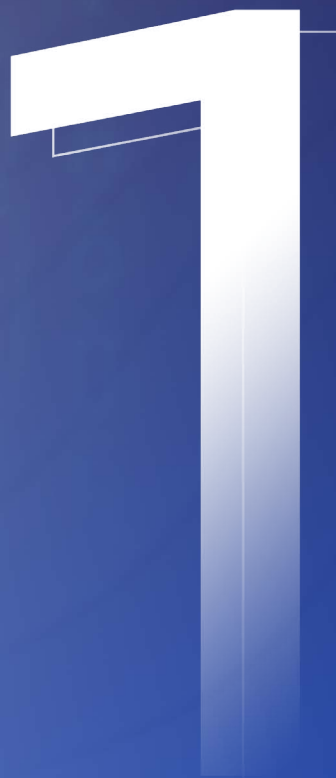
鉴于此，阿里云联合中国信通院产业与规划研究所合作开展研究，分析产业智能发展的背景和意义，洞察发展规律和研判发展趋势，结合阿里云探索与实践提出产业智能发展的总体框架以及技术能力体系，并给出典型实践，为产业数字化转型提供参考。

产业智能遵循“多方协同、多轮驱动”的发展方式，政府、企业、伙伴、用户等都参与其中，共同推动产业智能在产业中的应用与发展。产业智能不是 AI 技术的堆砌，而是围绕着各行各业的数据要素建立起来的技术体系。它的最底层聚合了数字孪生、仿真推演、知识工程、决策优化和协同计算 5 大核心技术，中间层融合行业知识构建了行业智能平台、行业智能引擎，最上层联合生态打造了丰富的解决方案和智能应用。产业智能是多元的、开放的，为产业数字化发展提供全方位的数字技术服务和智能解决方案，其不仅能满足生态合作伙伴随需而用的需求，更能服务于快速变换的市场需要。

产业智能已在产业转型升级中加速落地，阿里云联合生态合作伙伴在政务、交通、汽车、制造、医疗等领域，打造了一系列高质量、多样化，以及标准化与个性化兼具的智能应用和服务，推动数字产业与传统产业的融合发展，助力数字经济与实体经济深度融合。

总体而言，产业智能已成为铸就高效可行的数字化转型之路的核心力量。未来，产业智能的前景非常广阔，需要在技术层面上持续与大模型、生成式 AI 等前沿技术融合应用，在产业协同上加强生态合作，以智能促进产业升级和创新发展，为经济社会的可持续发展做出更大的贡献。





产业智能： 产业数字化转型的 必经之路

数字化浪潮下，产业智能既是国家发展战略和经济转型升级的重点方向，又是实现智能化、智慧化的重要方法，能够为经济社会发展创造更多的机会和发展空间。

1.1 产业智能提出的背景

数字经济成为国民经济新的增长“支柱”。当今世界正处于百年未有之大变局，经济增长动力总体乏力，有关机构测算 2020 年至 2035 年全球经济平均增速约为 2.6%，并在未来较长一段时间维持低速增长。与此同时，以数字经济为代表的新经济正在成为重组全球要素资源、重塑全球经济结构、改变全球竞争格局的关键力量。相关统计数据显示，2022 年中国数字经济规模已经超过 50 万亿，占 GDP 比重超过 40%，继续保持 10% 的高位增长速度，成为稳定经济增长的关键动力，数字经济在国民经济中的地位更加稳固、支撑作用更加明显。

中央政策规划为产业智能发展指明方向。近年来，党中央、国务院陆续出台数字经济与数字化转型相关政策，推进数字经济与数字化转型发展。例如《关于推进“上云用数赋智”行动培育新经济发展实施方案》提出要支持企业探索大数据、人工智能、云计算、数字孪生和区块链等新一代数字技术应用和集成创新，深入推进企业数字化转型；《“十四五”数字经济发展规划》明确要充分发挥海量数据和丰富应用场景优势，形成数据驱动的智能决策能力；《数字中国建设整体布局规划》更是提出要打造数据中心、超算中心、智能计算中心，释放商业数据价值潜能。

数字技术持续演进为产业升级提供驱动力。我国新一代信息技术产业规模与技术发展迈上新台阶，以协同计算、人工智能、数字孪生等为代表的新一代信息技术正在引发新一轮科技革命，驱动生产生活方式变革。大数据处理技术和能力进一步提高，人工智能通用模型和行业专用模型技术发展迅速，云计算与边缘计算协同发展，海量数据处理与智能计算推理能力不断提升，算力资源调度分配更加智能高效，为产业智能化升级进一步突破创新提供强劲动力。

市场需求与企业竞争倒逼产业智能化变革。前沿性、颠覆性信息技术不断涌现，智能问答、无人驾驶、黑灯工厂、柔性定制等新模式、新产品、新服务竞相发展。然而以传统生产方式为主导的经济与运营模式已很难适应动态变化的市场以及自我降本增效的需求，传统方式的计算中心无法实现算力资源弹性扩展效应，现有的数据分析手段不能满足产业内对智能应用的高精度、高敏捷要求，在竞争压力倍增和需求多样性的今天，以数据、算法与算力驱动行业发展的变革模式已经成为必然选择，产业智能助力各行业传统业态下的设计、研发、生产、运营、管理、商业等领域加速变革与重构。



I 1.2 产业智能的内涵与特征

产业智能是指利用以人工智能为主的新一代信息技术助力千行百业转型升级的方式，它的核心是通过数据采集、处理、分析和应用，将传统的管理生产运营流程转变为自动化、智能化和高效化的运行体系，实现管理生产运营的高效率、高质量、低成本、低能耗，促进可持续发展。产业智能服务范围包含三大产业在内的各个行业，其中政府机构按照国家统计局的划分，属于第三产业（但在国内不计入第三产业产值和国民生产总值），因此本报告的产业智能是泛指包括政府机构在内的各个行业的智能化升级。

产业智能并不是 AI 技术的堆砌，而是围绕着各行各业的数据要素建立起来的技术体系，它融合了各种数字化手段，以及具有行业属性的智能化技术，是铸就高效可行的数字化转型之路的核心力量。

产业智能是面向政务、交通、制造、能源、医疗等行业的技术能力体系，面向全社会开放，为客户以及生态合作伙伴所用，共同为产业发展提供经济、高效、便捷、绿色和安全的智能化服务。综合来看，产业智能特征主要表现在数据化、智能化、个性化、融合性与安全性几个方面。

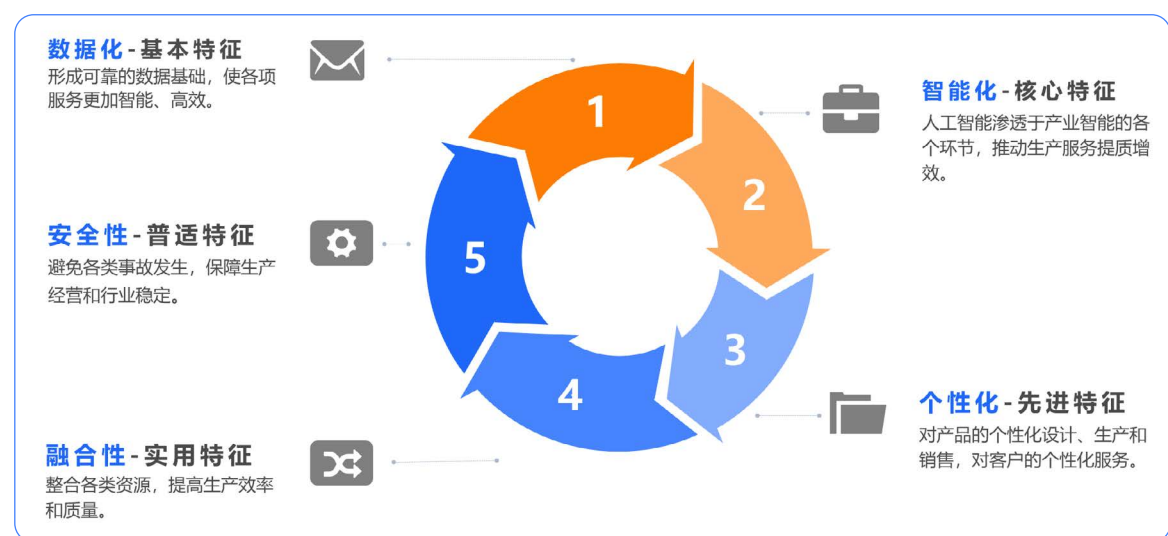


图 1-1 产业智能的主要特征

数据化是产业智能的基本特征。产业智能需要依赖海量、精准、实时的数据，进而从中提取高价值信息，为企业决策提供支持，提升企业的生产效率、管理水平和竞争能力。通过数据采集、处理、挖掘和分析，产业智能形成可靠的数据基础，为其服务产业各环节打下坚实基础，使各项服务更加智能、高效。

智能化是产业智能的核心特征。人工智能渗透在产业智能的各个环节。在生产领域，AI 可通过自主控制生产流程、设备等方式，实现自动化生产；通过对生产数据的分析处理，实现生产流程的优化和改进，实现降本增效；在服务领域，AI 通过智能客服、智能推荐、智能咨询等方式，为用户提供更加精准、高效的服务，提升用户体验和满意度。

个性化是产业智能的先进特征。根据客户的不同需求和偏好进行定制化生产是产业智能的重要趋势。通过数据分析和智能化技术，企业可以实现对产品的个性化设计、生产和销售，对客户的个性化服务，提高产品的附加值和用户体验，提升企业核心竞争力。

融合性是产业智能的实用特征。随着产业数字化转型的深入推进，各行各业之间的融合已成为趋势。通过产业融合，企业可以有效整合各类资源，提高生产效率和质量，降低成本，提高市场竞争力。同时，产业融合也可以促进创新和新业态的发展，推动行业可持续发展。

安全性是产业智能的普适特征。安全性是产业智能的重要保障。通过数据的安全管理和系统的可靠性保障，可以确保生产过程中的数据安全、物流安全、生产安全和环境安全，避免生产事故和人身伤害的发生，保障企业的生产经营和行业稳定。

1.3 产业智能发展的意义

在当今快速变化和高度竞争的商业环境中，企业要想保持竞争优势，数字化转型已经成为了企业战略不可或缺的一部分。产业智能作为数字化转型的关键环节，可以为企业创造巨大的商业机会和发展空间，同时，可以加快推进政府数字化治理，推动各领域从“大有可为”走向“大有作为”。

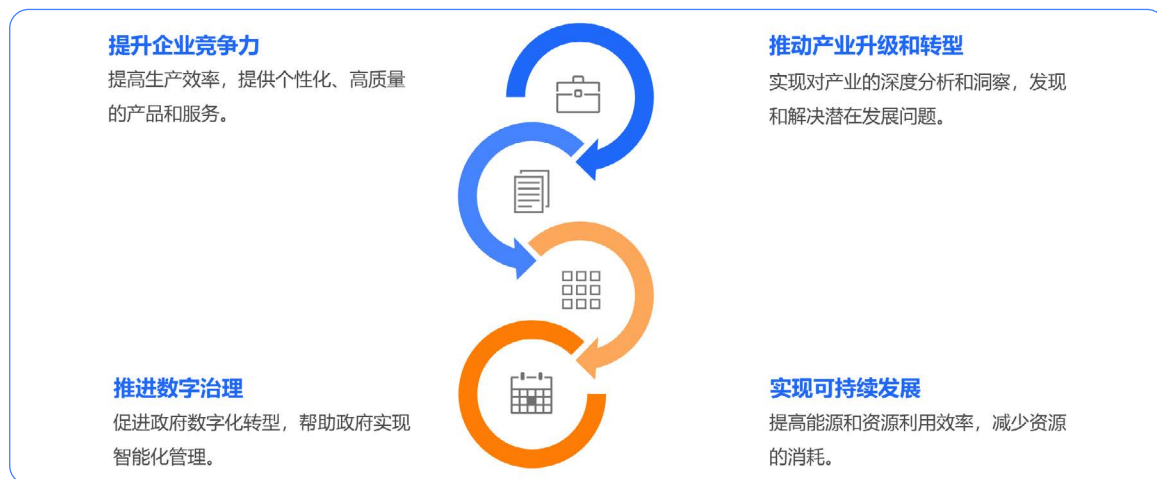


图 1-2 产业智能发展的意义

产业智能助力提升企业竞争力。在生产方面，产业智能可以帮助企业优化生产流程、提高生产效率、减少生产损耗和原料浪费，从而降低生产成本。在销售方面，通过深入分析客户数据、市场趋势和行业变化，企业可以根据不同的客户特征，提供更加个性化、高质量的产品和服务，增强客户粘性，提高市场份额。

产业智能推动产业升级和转型。在数据横向打通的基础上，产业智能将各个领域的数据进行整合和优化，实现对产业的深度分析和洞察，发现和解决潜在发展问题。产业智能还可以促进供应链升级和优化，通过平台将上下游各个领域的数据进行智能关联，从而实现对供应链深度优化和升级。

产业智能推进数字治理现代化。一方面，产业智能的发展可以促进政府数字化治理，实现政务数据化和智能化。例如政府部门可以通过建立数据平台、智能系统，对社会问题进行监测、分析和预测，及时做出决策和调整。另一方面，产业智能可以帮助政府实现智能化管理，提高公共服务水平。例如政府利用智能交通系统，实现交通流量的优化调控和道路安全的监测预警，提高交通管理效率和交通运行安全性。

产业智能助力实现可持续发展。在传统的生产过程中，能源和资源的浪费难以降低，通过产业智能化，企业可以依靠数据实时监测能源和资源的使用情况，发现并解决浪费问题，从而提高能源和资源利用效率，减少资源的消耗。同时，企业还可通过提高产品质量和提升能效等手段来降低环境污染和碳排放。如生产车间的自动化和智能化可以有效减少废气排放和能源浪费，提高生产效率和产品质量，从而减少环境污染和碳排放。





产业智能发展的 趋势与挑战

产业智能正处于全面启动、加快发展的阶段，唯有顺应趋势，夯实数字基础设施，深耕技术与产业，探索人工智能与产业融合创新，才能化解难题，推动产业智能快速健康发展。

2.1 产业智能发展的历程

我国产业转型升级发展至今，经历了信息化、数字化等发展阶段，其发展理念、建设思路等持续迭代创新，目前进入产业链融合、价值链整合、协同创新的产业智能化新阶段。产业智能作为数字化转型的高级阶段，经过 IT 基础设施上云、数据与业务融合互通、智慧应用系统敏捷开发等发展历程与能力演进，伴随着 AI、智能算力、智能模型等技术进一步发展，推动数字政府、数字经济、数字社会、数字产业、数字生态全场景向决策智能化迈进。

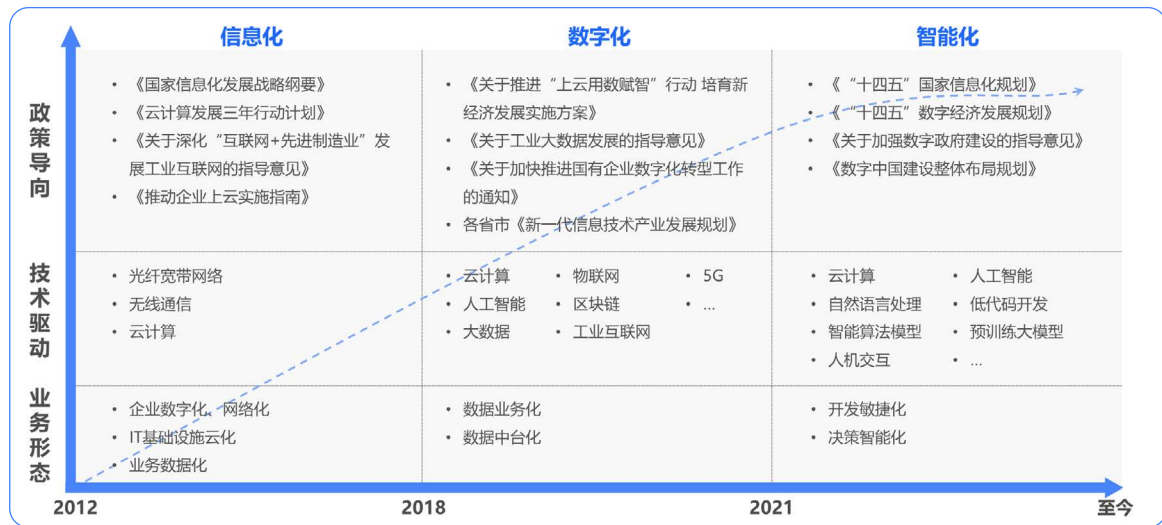


图 2-1 产业智能的发展历程

信息化阶段，企业转型点状突破开启产业智能新探索。最开始的数字化转型概念，强调了应用数字技术重塑客户价值主张和增强客户之间的交互与协作。随着宽带网络的发展与普及，数据库等技术不断成熟，不少企业开始探索信息化系统的应用，积极部署网络化环境建设，广泛使用 ERP、CRM、OA 等系统，推进业务流程及管理方式信息化变革，高效提升业务协同的效率，大幅降低企业成本。随着数字时代的来临，部分企业开始探索 IT 基础设施云化部署，推进生产数据融合共享，以业务数据化为数据要素高效流通、价值挖掘与释放奠定基础条件。

数字化阶段，数字化平台赋能数据价值充分释放。2018 年以来，十九大对部署科技强国、网络强国、智慧社会等战略提出了建设要求，随着“加快数字化发展”成为国家政策重点方向，“上云用数赋智”“工业大数据”“企业数字化转型”等成为新时期数字化建设的重点关注领域。在此期间，云计算、5G、人工智能、大数据、物联网、区块链等技术快速发展，一批企业级、行业级数据平台的建设与应用，助力产业链上下游多主体业务数据的高效流通，各环节沉淀的数据经过共享交换、整合分析、价值挖掘形成联动，渗透于更广泛的业务运营中，使数据更懂业务，反哺业务模式创新，实现业务数据化向数据业务化的跃迁。

智能化阶段，数字化转型向决策智能迈进。“十四五”时期，建设“数字中国”是新时代推进

中国式现代化的重要引擎，国家部委密集出台“数字政府”“数字经济”及“数字中国建设布局”等政策文件，推动社会治理、民生服务及产业发展方式的全方位转型和整体性变革作为构筑国家竞争新优势的重点任务。随着人工智能发展的持续演进，以及智能算力支撑的不断提升，自然语言处理、智能算法模型、人机交互等技术飞速发展，产业智能基于海量多源异构数据的价值挖掘，围绕政务、交通、医疗、制造等领域，打造各种业务创新应用场景，并结合敏捷化开发能力，支持高价值智能应用创新快速上线，赋能城市运行管理及产业经济高质量发展。

I 2.2 产业智能发展态势

我国产业数字化已进入创新发展快车道，产业智能的政策、技术和应用环境日益成熟，大数据、人工智能等新技术成为当前推动经济社会发展和产业数字化变革的重要力量，不断助推各行各业数智化转型升级。

在政策层面，产业智能相关的国家和地方政策密集出台。二十大报告指出，推动战略性新兴产业融合集群发展，构建人工智能等一批新的增长引擎。《国家新一代人工智能标准体系建设指南》提出建立人工智能标准体系，率先在制造、交通、金融、安防、家居、养老、环保、教育、医疗健康、司法等重点行业和领域应用。《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》、《关于支持建设新一代人工智能示范应用场景的通知》鼓励在制造、农业、物流、金融、商务、家居等重点行业深入挖掘人工智能技术应用场景，构建全链条、全过程的人工智能行业应用生态。系列政策为我国产业智能发展营造了良好的发展环境。

在技术层面，产业智能相关的前沿技术创新和成果转化空前活跃。我国人工智能核心技术创新和产业化不断取得新突破，人工智能科技论文发表量以及专利申请量位居世界首位。截至 2022 年底，人工智能核心产业规模达 5080 亿元，人工智能企业数量 4227 家，约占全球总数 16%。随着 ChatGPT 引发的人工智能新浪潮，国内各大互联网企业均纷纷推出通用大模型和行业专属模型，不断加强人工智能自研芯片、开源框架、应用算法、典型智能产品等关键核心技术攻关，沿着更高精度、更多模态、更复杂任务等方向持续创新，智能计算、视觉识别、语音识别、人机对话、机器翻译、中文语义识别等应用技术水平不断提高，同时涌现出一批人工智能开源框架和开发社区。

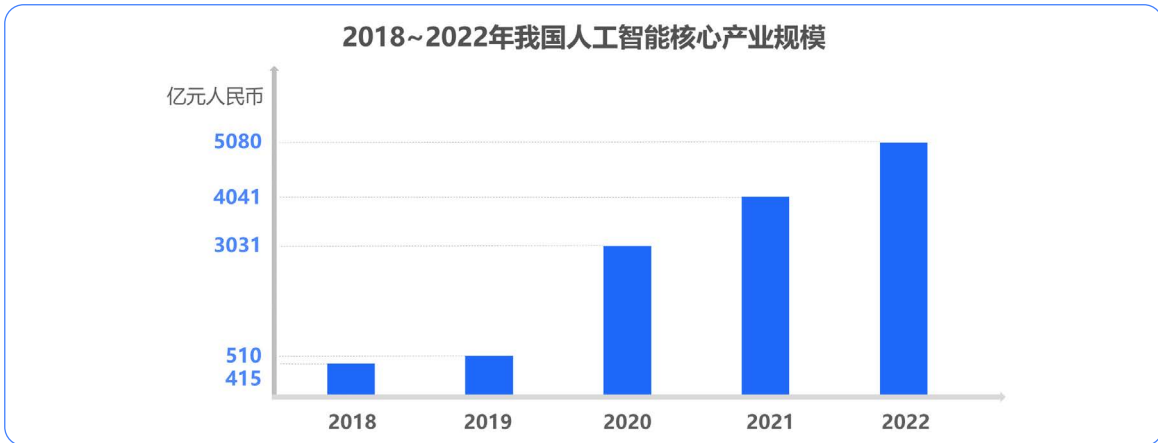


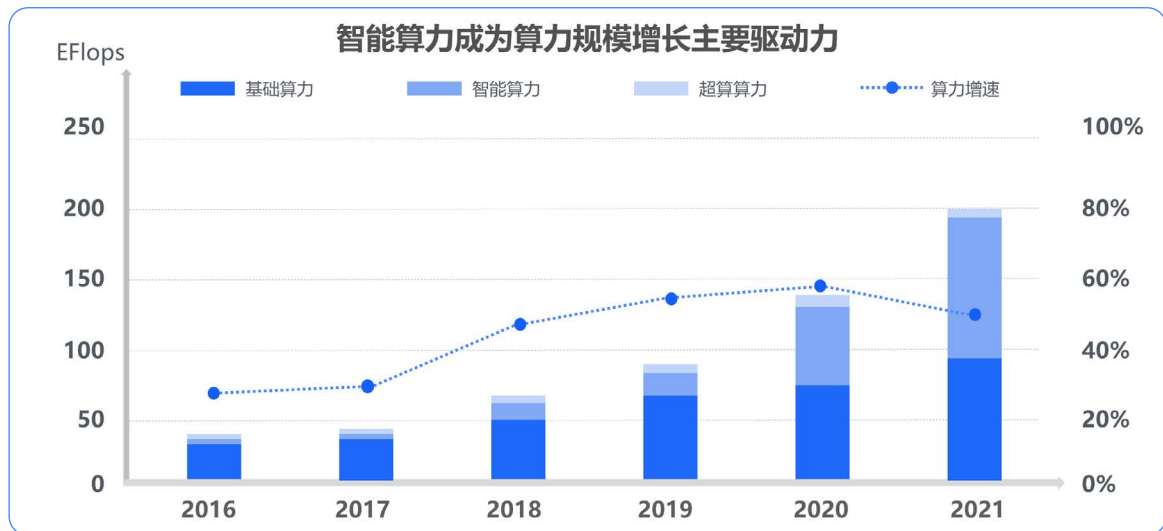
图 2-2 2018~2022 年我国人工智能核心产业规模¹

在应用层面，产业智能相关的应用领域和场景创新持续深化。当前人工智能、先进计算等数字技术加速迈向普适化和商业化发展新阶段，数字人技术在北京冬奥会成功落地，从虚拟客服、虚拟主播、虚拟偶像到各行业的数字员工，数字人快速融入到经济社会中。工业互联网全面融入 45 个国民经济大类，设备连接数超过 8000 万台套，服务工业企业 160 万家，“AI+ 工业互联网”成为产业智能发展排头兵，以机器视觉、深度学习、知识图谱为核心，产业智能基于算力和 AI 平台，将传统基于人工经验的行业知识和数据沉淀封装为可复用、可移植的微服务模型组件，实现“数据智能+行业知识”深度融合。例如在生产控制、质量检测领域通过人工智能持续优化从而提升良品率、降低生产损耗；例如使用数字孪生技术通过对工业设备和生产运营场景的状态感知，有效提升故障预警能力。

II 2.3 产业智能发展趋势

产业智能与数据、算力结合越来越紧密。随着数字化转型逐步深入，各地加快通用数据中心、超算中心、智算中心的建设和布局，科学计算、行业应用、社会治理和生产生活等多场景算力需求场景不断涌现，产业智能与数据、多元异构计算结合越来越紧密，从人工智能在产业中的应用落地也能看到这种变化，例如 AI 在生物医药领域中的应用已深度落地，其中新药研发与 AI 算力结合最紧密，以肿瘤药物研发为例，传统的高通量筛选库通常含有上百万种化合物，通过 AI 算法，早期靶点到临床前候选化合物选择，从过去至少需要 2~3 年，到现在只需要 3~6 个月。从算力增长数据来看也非常明显，智算近几年已成为算力规模增长的主要动力。

1. 数据来源：中国信息通信研究院

图 2-3 智能算力成为算力规模增长主要驱动力¹

产业智能由单点智能向全链智能延伸。2022年全国工业企业关键工序数控化率、数字化研发设计工具普及率分别达到58.6%和77%，建成2000家高水平数字化车间和智能工厂，面向单体企业和行业工艺流程等单点智能大幅提升。近年来，国家和地方大力推动建设数字化转型促进中心，开展“携手行动”促进大中小企业融通创新，依托“链主企业”提升产业链、供应链、创新链、价值链和服务链的全链条产业智能。通过全链智能，促进产业链供应链资源要素高效配置，提升产业链供应链数字韧性与安全水平。

通用智能和生成式AI成为技术新热点。早期行业专用智能发展路线往往需要结合业务做算法开发和建模训练过程，这类针对行业特定场景进行训练的小模型，难以开展跨行业规模复制。近年来随着通用智能和生成式AI技术发展，预训练大模型参数量提升至万亿级，多模态预训练模型泛化能力不断增强，可以实现图像、文本、音频等多模态融合互补和统一知识表示，且具有自主认知、自我训练、自动学习不同任务能力，高效率通用人机交互可以降低模型对人工数据标注和用户知识要求，从解决单一标准化场景延展到解决跨行业通用复杂任务场景，从趋势来看，“通用大模型+行业专属模型”的大小模型联动，可实现通用大模型与不同垂直领域的快速迁移应用。

场景创新成为产业智能发展新路径。《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》明确指出，场景创新是以新技术的创造性应用为导向，以供需联动为路径，实现新技术迭代升级和产业快速增长的过程，并提出围绕高端高效智能经济培育、安全便捷智能社会、高水平科研活动、国家重大活动和重大工程打造重大场景。上海、北京、广州、合肥、成都等多地启动场景城市计划，以“场景”为切口发布城市机会清单，开展全领域、全流程人工智能应用场景示范，可以看出未来产业智能的发展将极大促进场景创新的落地。

1. 数据来源：中国信息通信研究院

数据密集型行业成为产业智能应用新风口。数据密集型行业能更高效利用人工智能的深度学习和数据推理优势，生物医药、自动驾驶等高价值细分创新场景成为全球竞争焦点和创新重点，2022年美国福布斯 AI 百强创新企业中，11 家来自生物医药行业，4 家来自自动驾驶领域。《关于进一步完善医疗卫生服务体系的意见》提出加快推进人工智能、大数据等在医疗卫生领域中的应用，靶向治疗、目标追踪、病灶识别和标注、影像构建已经成为医疗行业 AI 热点应用，医学人工智能将从单病种诊疗向全病种覆盖，实现药物研发、医疗服务的智能化平台化。我国已开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作，随着新一代的车载 AI 芯片和传感器能力提升，及 Transformer 等大模型应用到自动驾驶算法，将大幅提升自动驾驶在数据合成、知识提取等决策分析能力，L3、L4 高级别自动驾驶将实现商业化规模应用。

2.4 产业智能发展面临的挑战

我国产业智能处于全面启动、加快发展的阶段，在产业数字化转型逐步进入深水区、人工智能加大与产业融合的同时，也面临一些亟需研究和破解的瓶颈问题。

多元异构的算力普适供给体系有待形成。算力资源分布区域不均衡，国家实施“东数西算”工程解决东西部算力需求供给失衡，但算力资源的跨区域调度、交易和协同机制尚未建立，难以实现跨区域的动态调配，不能有效满足非枢纽节点地区的低成本算力服务需求。此外多元异构算力资源弹性部署不足，随着不同行业的算力需求多元化发展，传统单一计算架构已不能有效满足算力计算精度、网络时延等方面的差异化需求，适配多类型任务的异构算力资源供给不足，因此各区域产业智能计算的算力是否供需匹配成为挑战之一。

产业数据标准化和行业开放数据集不足。人工智能算法应用需要大规模高质量的数据集进行训练，但海量数据往往在行业中以孤岛方式存在，多元主体之间、业务系统之间的数据难以打通，高质量数据共享传播受到限制，大多数领域难以规模化开放行业数据集，同时数据异构、格式不一致、标识不统一等问题突出，存在数据质量差、数据不可用、数据不透明、数据不安全等障碍，数据信息难以有效流动与集成利用。在数据要素成为关键新要素的新时代，产业智能的规模化发展离不开数据资源的完善和整合。

产业智能相关基础能力平台设施发展滞后。国内开源算法框架尚未得到广泛认可，深度学习开源框架 TensorFlow 和 PyTorch 占中国份额超过 85%。与发达国家相比，我国算法模型、开源平台等人工智能公共设施开发利用水平滞后，存在行业 know-how 与知识模型的软件化和工程化能力差距，开源算法框架与垂直行业应用有待进一步融合，通用模型与行业模型深层次耦合和低代码开发

模式有待进一步拓展。

产业智能领域交叉学科复合人才有待培育。产业智能是人工智能等新一代技术集成应用，且涉及建模、仿真、训练等复杂流程，同时利用人工智能解决产业“难点”，既要懂技术又要了解行业流程和专业知 识，需要大量高层次跨学科人才，目前我国相关复合型技术人才极为匮乏。根据中国劳动和社会保障科学研究院《中国人工智能人才发展报告（2022）》显示，中国人工智能领域顶级研究人才总量仅为美国的 1/5 左右。随着我国产业规模不断扩大，顶尖人才成为决定企业决战人工智能时代的重要抓手，人工智能人才缺口需要产学研共同努力。





产业智能发展的 总体框架

产业智能是数字化转型的高阶阶段，是数实融合的主方向。而数字化转型本身是一个系统复杂的过程，涉及到技术、平台、产业等多个领域，唯有共同聚焦业务和数据，紧密合作、资源共享、多方协同，让数据和业务相互作用、相互支持，才能真正做到产业数智化升级。

3.1 产业智能发展的新模式

技术方、平台方和产业方的协同互动是现代产业发展的重要组成部分，彼此之间通过互相支持、长期协作，促进技术、平台、产业良性发展的正向循环，减少重复投资和建设，共同推动产业智能向更高层次发展。

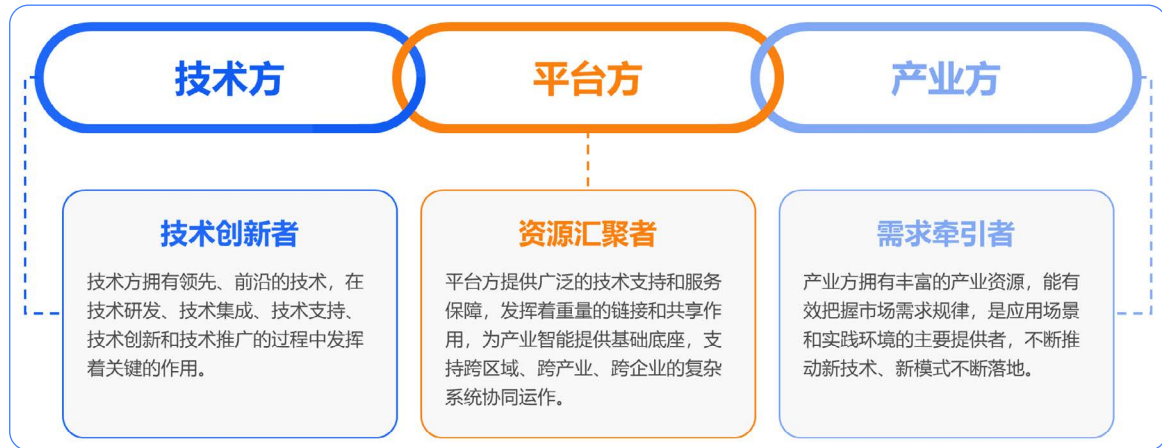


图 3-1 产业智能发展需要多方协同

在产业智能的发展中，技术方、平台方、产业方相互融合，没有明显的边界，例如技术方即可以提供技术支持，也可以依托技术为各方提供基础平台服务和行业平台服务。在产业生态中，大中小型科技企业、传统企业与新兴企业在不同的场景下扮演不同的角色，相互依赖，合作共赢。

技术方：产业智能发展中的驱动器，是技术的引领者

技术方在技术研发、技术集成、技术支持、技术创新和技术推广的过程中发挥着关键的作用。技术方对产业智能所需的技术进行研发和探索，包括“云大物移智”及数字孪生、仿真推演等技术研究和应用，并不断进行技术创新和推广，为产业链中的各方提供技术支持和保障。

平台方：产业智能发展中的调度中枢，是资源的汇聚者

平台方发挥着重要的链接和共享作用，提供覆盖产业链各环节的业务、数据平台应用，实现数据的采集、整合、分析、计算、建模、预警等综合协调和控制，帮助企业加强数据的全流程全生命周期管控，支撑资源共享和优化配置，推动产业交流和创新，支持跨区域、跨产业、跨企业的复杂系统协同运作，为产业智能的发展提供全流程、全方位的技术和服务支撑。

产业方：产业智能生态构建的关键主体，是需求的牵引者

产业方是应用场景和实践环境的主要提供者，通过需求牵引转型，激发各方创新活力。其能有效把握市场需求规律，把技术方与平台方的技术、能力和平台更好的应用到具体业务场景中，促进传统产业向自动化、数字化、智能化方向发展，切实提升制造、交通、电力、医疗以及政务等领域的效率和质量，并能将新技术导入到新兴产业中，探索新的增值服务和商业模式。



图 3-2 产业智能发展由“数据、算力、算法”三轮驱动

产业智能是一场增量革命，使得企业数字化转型从“数据+业务”双轮驱动走向“数据+算力+算法”三轮驱动。数据、算力、算法之间相互依存、相互促进，缺一不可，共同促进业务智能化创新，推动企业高质量发展。

数据是基础，促进算法的训练和优化

数据是算力和算法的基础，算力和算法则是将数据变为有用信息的工具和技术。海量的业务数据可以应用于模型训练和优化，以更好的理解业务模式的特征，更准确预测未来趋势，发现潜在的机会或风险，并根据数据进行业务优化和改进。

算力是保障，提升数据算法融合速度

算力在一定程度上决定了算法的执行时间和性能，对于大规模和复杂的计算问题，例如自动驾驶、医药工程等，算力的提升可以极大地改善相应领域算法的计算效率和准确性，从而提升企业的运行效率和决策能力。

算法是引擎，推动知识挖掘产出效率

算法是链接数据和算力的纽带，是数据分析和处理的核心。算法从数据中挖掘隐藏的知识和规律，其越精准、越高效，就可以让数据和算力变得更加有价值，同时为企业提供更多的信息和洞察，帮助企业做出更科学的决策。

3.2 产业智能发展的新框架



图 3-3 产业智能整体框架

产业智能是多元的、开放的，是面向千行百业数字化发展所形成的智能化技术服务体系，其既能为政务治理、企业转型提供全方位的数字化技术、产品和服务，又能为客户以及生态合作伙伴按需而用，创造出更广泛、更丰富的智能应用。从技术的角度来看，产业智能的整体框架分为三层。

基础层：五大核心技术。以数字孪生、仿真推演、知识工程、决策优化和协同计算为代表，它们不在单纯是一项具体的技术，而是融入业务场景、行业机理知识与通用 AI 算法的新方法，打破了行业与数字技术的鸿沟，能够被广泛应用到跨行业的共性需求场景中去，夯实物理世界与数字世界互动的基礎。

能力层：行业智能平台与行业智能引擎。以面向行业的智能平台、智能引擎的构建能力为主。行业智能平台集成了数据协同计算平台、数据孪生仿真平台、行业数据平台、行业大模型平台，面向重点行业建立了通用以及个性化数据模型。行业智能引擎是在行业智能平台的基础上，融合了算法和行业知识，具有智能化的服务能力。能力层可以通过 API 面向合作伙伴开放，支持各种行业应用的构建。

应用层：联合解决方案。通过聚合基础层和能力层，与合作伙伴一起面向市场需求提供智能化的联合解决方案。目前，经过近几年的积累，产业智能已面向政务、交通、汽车、制造、医疗、自然资源、电力等行业推出了标准化与个性化兼具的解决方案，能快速的推广和应用。





产业智能 整体技术能力体系

产业智能的本质是链接行业数据和算力、算法，助力业务智能化创新。为实现这一目标，需要建立产业智能的整体框架，以五大技术为核心，以数据基础能力为根本，打造行业智能平台，构筑行业智能引擎，与合作伙伴一起提供面向业务的全方位的智能化服务能力，促进产业智能生态建设与发展。

4.1 聚合五大核心技术

经过不断的探索和实践，从众多行业所使用的技术中进行抽象和提炼，发现数字孪生、仿真推演、决策优化、知识工程、协同计算具有跨行业属性，即一项技术可以解决多个行业共性问题。五大核心技术已不再是一项具体的技术，而是一种发展新模式、一个转型的新路径、一股推动各行业深刻变革的新动力。

4.1.1 数字孪生

数字孪生是以数字的方式为现实物体创建高度仿真的虚拟模型，是对物理世界进行精准、实时、高效的数字平行世界构建的技术，并能融合其他技术实现物理世界与数字世界的交互。

- **感知物理世界：**借助多源数据融合感知技术感知自然空间中的各类实体的静态和动态信息，识别、处理、转化还原物理实体所需要的数据。例如对一座城市自然空间的刻画，既有对建筑物、道路等静态实体数据的采集和处理，又有对城市行人、车辆等动态信息的采集和处理。
- **孪生体设计与建模：**利用 AI 感知与 AIGC 三维生成能力提取对数字实体的基本属性和时空属性，并与 GIS 等系统中的坐标数据融合，通过三维拟合、增强渲染等方式，构建标准统一的数字孪生空间，生成不同精度的孪生空间，用户可根据业务需要选择合适精度的孪生空间。
- **渲染孪生体：**依托时空可视化渲染引擎生成孪生体，支持用户与孪生体进行交互。阿里云的 DataV Twin 数字孪生仿真平台可以帮助各个行业快速构建数字孪生应用。
- **分析优化孪生体：**运用数据分析、机器学习等方法，对数字孪生模型进行实时或离线分析、仿真推演，以发现潜在问题、优化性能和降低运营成本。同时能形成对物理世界的洞察和预测，为决策者提供有关实体性能的真实和预测信息。
- **控制与调整物理世界：**根据分析结果，对物理实体进行调整和优化，以提高性能、降低成本和减少风险。这可能涉及自动控制系统，以实现实时的调整和优化。



图 4-1 产业智能数字孪生能力

数字孪生技术具备一定的泛化能力，已经被广泛应用在城市、交通、水利、工厂等领域，不仅能为实体世界的决策和管理提供数据支持，还可以通过优化虚拟模型来实现对实体世界的优化。

4.1.2 仿真推演

仿真推演是通过对物理世界或虚拟系统，进行数字化建模与计算模拟，来提升系统认知或提供推演预测，并最终通过仿真结果来改善物理世界的技术体系。

- 仿真建模：**通过对客观世界的单系统进行机理模型、非机理模型，以及利用 AI 构建数据机理融合模型等，进而支持复杂仿真系统建模。基于要素的时空机理关系和按照各组成系统的相互关系，可支持多时空多分辨率仿真建模、跨领域多范畴综合仿真建模及多类型智能体联合仿真建模等。
- 仿真计算：**通过整合云计算的强大算力，并且引入高性能计算框架，支持对异构系统的集成，实现仿真计算分布式、并行化、弹性可伸缩，进而支持更大规模、更快速度、更高精度的仿真能力。
- 仿真应用：**要聚焦实际使用场景，借助多端输出和可视化技术，对仿真过程和结果进行多样丰富的呈现。基于客观数据进行仿真自动校准，让仿真更真，形成“数据采集 - 模型自主校准 - 数据反馈”的完整闭环模式，进而仿真模型效果的持续优化。
- 仿真平台：**融合云计算和行业仿真沉淀的优势，提供一体化的技术底座，支持仿真集群、仿真协议、仿真软件、仿真模型、仿真数据、仿真场景构建及仿真分析等系列功能，支持三方生态的能力，并具备实体机理关联、联合仿真、仿真校准框架等能力，为各行业、各领域仿真模型开发者、仿真业务分析人员、行业仿真应用产品等搭建提供一站式平台。



图 4-2 产业智能仿真推演能力

云原生技术的发展，催生了更快、更准、更大规模应用的仿真推演平台，通过构建统一、通用的仿真技术平台，能为各类型复杂仿真系统提供从数据、算法、模型到联合推演的一站式、全流程的服务能力。目前，仿真推演的应用领域已经深入到国民经济的方方面面，在交通物流、制造系统、自动驾驶、自然资源、医疗等领域广泛应用。

4.1.3 决策优化

决策优化是通过对产业全链路或局部的决策过程进行问题建模、方案求解、评估分析与执行过程监测预警回馈的闭环，帮助各行业对资源部署或行为动作做出最优决策的技术体系。目前各行业的可获取数据越来越多，云计算与运筹优化加速融合，云边协同实时决策优化技术成为应对现代产业场景中大规模实时决策与控制需求的重要技术，并且其创新重点聚集在：“仿真 + 优化”、“AI+ 优化”、“大规模实时决策优化”三大领域。

- 仿真 + 优化：**在云端依赖大规模算力进行海量数据处理分析，准确模拟现实世界生产系统的工作原理和运转机制，快速构建数据仿真模型，推演未来时间最可能的变化趋势，实现模拟预测、优化、迭代的全流程决策过程。
- AI+ 优化：**基于历史沉淀的状态、参数和结果等数据，“AI+ 优化”技术融合数据挖掘、机器学习与运筹优化算法来加速模型求解，挖掘和细化数据、规则、约束和目标的关系，基于设备收集的反馈数据实时地动态预测和调整宏、中、微观决策优化方向。
- 大规模实时决策优化：**融合自动控制理论、领域知识、以及云端融合输出的宏中微观优化策略，充分利用边缘端采集的实时微观数据，动态精准产出控制信号，实现复杂系统的全域联动协同和全局最优控制。



4-3 产业智能决策优化能力

算力和 AI 算法所加持的决策优化技术, 已被应用于解决各行业资源调度、智能控制和协同决策问题。目前, 决策优化技术在供应链、城管交通综合管控、物流运输、枢纽多式联运、轨道交通、航空、工业制造、石油石化等行业发挥重要作用。

4.1.4 知识工程

知识工程可应用在众多领域, 本报告重点讨论面向行业的知识工程。行业知识工程是从行业数据、人类经验和业务反馈中提炼行业知识、构建知识表示、形成知识体系、设计隐性和显性知识相融合的计算和推理算法, 并最终服务于行业赋能和用户需求满足的过程。

近年来, 以 ChatGPT 和 GPT-4 为代表的大模型以其超强的知识表示、知识记忆、上下文学习和指令遵循等能力, 为行业知识工程提供了巨大的潜力和全新的机遇。例如, 在政务行业, 城市知识大模型可以提供全域主动感知发现城市痛点、难点和堵点以及实时动态研判城市风险预警的智能化能力, 从而加速民生诉求的高效处置; 在电力行业, 电力知识大模型融合海量的电力知识和人类经验, 在其基础上实现电力专业知识问答以替代专家经验咨询; 在医疗行业, 医疗大模型给医生辅助诊疗提供决策支持等。

- 知识模型:** 将行业数据、业务反馈和人类经验等数据表示为计算机可理解和计算的方式, 并将其统一建模在一个知识大模型中, 为后续的知识习得、计算、推理和应用提供支撑。知识大模型已展现出成为知识表示主流方式的巨大潜力, 其中知识统一被表示为模型参数和向量的形式, 而自然语言对话将成为人与知识大模型的主要接口。探索不同类型知识如何在在大模型中被高效编码、转换和分布将大幅提升大模型的知识表示效能。
- 知识习得:** 构建不同的知识习得算法, 将各种数据源中的知识注入到大模型中。目前, 知识大模型通过针对性的预训练任务来实现面向文本数据的知识习得, 通过设计知识注入预训练或知识增强表示来实现面向结构化知识图谱的知识注入。与传统信息抽取模型相比, 知识习得的方法无需标注语料、算法通用性强、无需提前设计知识结构, 知识源的覆盖范围广, 可支持行业全域数据的统一学习, 知识注入过程可以实现客户历史知识积累的快速

整合，自然语言对话接口可以快速验证知识习得效果。

- **知识对齐：**为评估知识大模型中的知识质量，设计知识对齐算法，实现知识大模型与行业价值的一致对齐，保障知识大模型的高可用、高价值、无偏性和无害性。一方面，设计高效的行业知识评估数据集，对大模型中的缺失、错误和过时知识进行高效检测；另一方面，基于行业应用模式和业务数据反馈，对大模型中知识进行快速的校准和更新。
- **知识应用：**针对行业的知识需求和业务场景，设计和训练高效的知识大模型知识引导能力和指令遵循能力。为充分利用大模型中已经具备的海量知识，收集和归纳业务人员的典型知识使用场景和使用方式，并针对性的构建和训练知识大模型对应的知识引导提示语，实现知识应用的自然交互。同时，针对业务场景的精准需求和人类使用方式的多样性，构建对应的指令数据集，并训练知识大模型的指令遵循能力，实现知识大模型的精准知识应用。
- **知识蒸馏：**落地实践中，需要效率和效果兼备的产业级模型，而参数规模过于庞大的大模型学习和部署需要海量的算力资源。另外，大量业务落地需要部署私域模型，其资源往往难以支撑全量的知识大模型部署。通过构建知识大模型的蒸馏方法，将特定知识和能力定向迁移到小模型中输出，可以实现大模型的参数规模压缩，并且保障小模型的效果。知识蒸馏可以大幅度降低训练和部署的成本，支撑隐私、敏感和高价值数据的垂直领域大模型部署。



图 4-4 产业智能知识工程能力

依托行业知识工程技术，构建领先的行业知识图谱，能解决行业知识表示、习得、对齐、应用等问题，为政府公共服务、电力、医疗、水利、交通等提供智能基础支撑。

4.1.5 协同计算

跨域分布式的协同计算架构是基于开放灵活的云原生与协同计算技术的架构，实现了从“中心-区域-边缘-终端”之间的算力协同。通过链接云节点、计算资源、存储资源和数据智能产品，为产业数据模型、算法模型和业务模型提供跨“云-边-端”的自动化协同计算 workflow，通过元数据驱动、自动化的方式帮助客户实现 IT/OT/GIS 数据的融合和智能化服务。

- **多层互联：**通过设计多层互联协议 MLCP（Multi-Layer Connector Protocol），实现边缘自治、“云-边-端”、“中心-区域-边缘-终端”三种层级互联架构，支撑灵活的业务扩展方式，实现万级设备的管控。
- **异构计算：**丰富的计算范式，为产业数据模型、算法模型和业务模型提供跨“云-边-端”的批量、流式、在线计算任务分发和数据实时同步能力，为联邦学习、增量学习、协同推理等高阶训练和推理模式提供基础保障。
- **协同管理：**支持数据模型、算法模型、业务应用的一云统管，通过协同流程实现“业务应用-算法模型-数据模型”的统一管理、统一部署、统一运维。通过元数据驱动的方式构建协同计算自动化 workflow，帮助客户充分、合理的利用云资源。
- **边缘自治：**集群元数据保存到边缘节点本地，在云边网络失连时，可以通过提取本地元数据来进行业务恢复，可以恢复到断网时的业务状态，实现边缘节点的自治。
- **边缘智能：**通过设计智能调度平台，使得部署在协同计算上的应用和算法，具有天然的容灾能力和高可用特性，使得边缘设备的单点故障时，仍能保障边缘整体算力均衡健康，保障业务的高可用。



图 4-5 产业智能协同计算能力

协同计算技术能做到云上编排、边缘运行，充分发挥云计算和边缘计算的优势，为交通、工业、城市治理等行业快速实现协同计算，提供了夯实的技术基础。

数字孪生、仿真推演、决策优化、知识工程、协同计算五大核心技术并不是孤立的，它们相互关联，成为一个有机的整体，共同形成数据与业务互相促进的逻辑闭环。在逻辑闭环里，存在“感知域”“生成域”、“推演域”和“交互域”，每个“域”都进行一些特定类型的计算，它们通过数据和接口相互连接，最终实现“四域融合”。

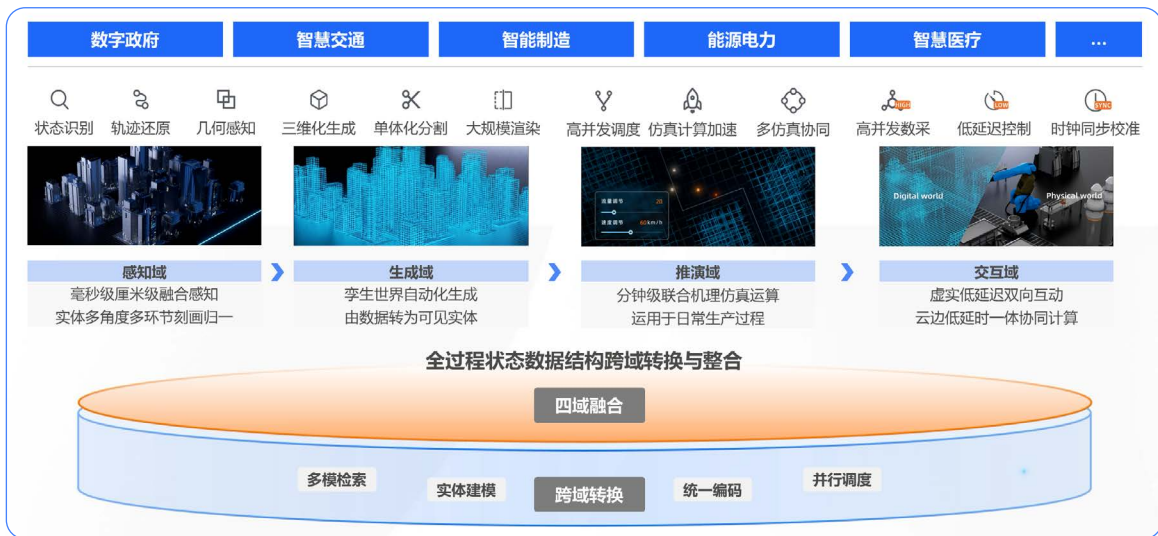


图 4-6 四域融合

“四域融合”是产业智能中的一种典型计算范式，是“感知 - 认知 - 决策”模式的具象化。在此过程中，数据被融合加工，处理后构建形成业务的孪生体，然后采用仿真推演获得最优的演进路径，最后把结果运用到真实业务中，实现以数据和算法助力业务的创新。



I 4.2 打造行业智能平台

行业智能平台是链接数据和业务，推动模型生产和应用的重要平台，主要由协同计算平台、数字孪生仿真平台、行业数据平台和行业大模型平台共同组成，为企业提供智能化的数据分析与决策支持，帮助企业优化业务流程、提高效率。

I 4.2.1 协同计算平台

协同计算平台是基于阿里云基础云平台而建立的，具有多种计算引擎和多模态数据链接管理能力，多引擎计算任务的混合编排和调度能力。协同计算平台能够协同分发和调度公共云、企业版、企业版边缘节点之间的数据和计算任务，并支持多形态数据处理和分析能力。基于以上能力，协同计算平台可提供离线计算、流式计算、实时计算等多种计算引擎，满足云边端以及多云之间的计算资源协同，数据资产化建设和统一管理，以及多模态数据内容混合分析和洞察，场景化业务决策模型管理，能为企业高效的进行数据智能应用构建提供支持。

多源异构数据链接和管理能力：数据种类繁多，需要加强对主流结构化数据¹、非结构化数据²、文件存储、API 数据、消息在内的数据的连接、同步和管理能力，对源端数据的变化做出秒级响应。借助断点续传、超时重跑和自动预警等能力，为用户提供全链路数据完整性保障和监测。借助插件化架构设计，支持通过标准化脚本方式实现用户按需灵活、快速的扩展数据连接能力。

例如，在交通领域，对视频、雷达、结构化数据等多源数据管理和实时数据同步，实现对车辆通行效率的优化提升。

1. 主流结构化数据包括国产数据库、NoSQL 数据库数据等；

2. 非结构化数据包括矢量、栅格、三维模型、倾斜摄影、BIM、图片、视频、点云等数据。



图 4-7 多源异构数据融合框

多模计算任务混合编排与调度能力：智能时代下，业务发展对数据分析的实时性和灵活性要求的日益增长，促使数据处理技术从单一批量计算，发展成流式计算、批量计算、在线计算混合的模式。在实践中，可以通过为企业构建全局工作流引擎，支持不同类型计算节点的混合编排，以及整体工作流的编排和调度，实现用户在一个统一的开发环境里开发不同类型计算任务和算法服务，提升开发和维护的效率。用户也可以自定义计算节点，让系统更好的适应客户环境，融入现有架构并快速发挥作用。

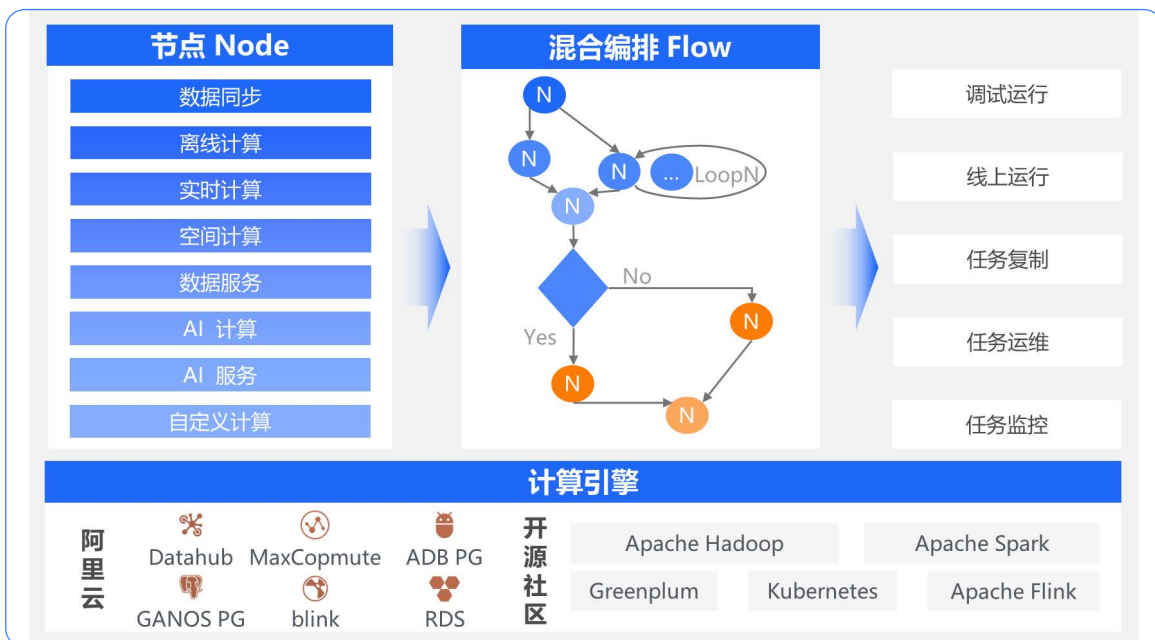


图 4-8 多模计算任务调度

例如，面对政务服务的数据处理需求，可以通过构建全局工作流引擎，应用流式计算支持实时业务，应用批量计算获取各类统计指标，应用在线计算为指标处理提供算法服务，从而全面提升业

务的效率和质量。

多层次连云边协同计算管理能力：从数据仓库到数据湖、湖仓一体，以及数据中台，都是以中心计算为主的设计模式，但是在城市、交通、制造等场景中，往往需要中心计算和边缘计算协同完成。借助多层次连的可扩展的“云边协同计算”能力，不但能兼容不同场景下的多种边缘端设备，同时实现了边缘端设备、应用、数据的统一纳管和运维。即使在云边网络断开，或者边缘设备出现单点故障时，该模式仍能够通过边缘自治、智能容灾的方式为业务提供自愈能力，保证业务的高可用。



图 4-9 云边端协同计算框架

例如，在城市交通场景中，要支持数千个交叉路口的信号灯控制。云端侧重于全局交通数据集成、边缘端的管理、算法模型训练，将训练好的算法或服务部署到边缘节点，边缘节点对采集的现场数据实时处理，优化交通路口通行情况。

空间数据管理、计算与服务能力：基于空间数据与业务数据的融合构建的数字孪生应用，能显著增强业务数据分析过程及结果的可解释性，已成为数据智能产品所需具备的一项基础功能。

时空数据统一接入、时空计算统一调度、时空服务统一发布，能推动社会经济类数据和空间数据的高度融合，支持各种业务创新。空间数据管理要考虑与主流 GIS 空间数据库的同步，也需要支持对主流空间数据引擎的服务，以及对二、三维服务标准空间数据库服务的支持，为用户提供完备

的时空数据处理能力。

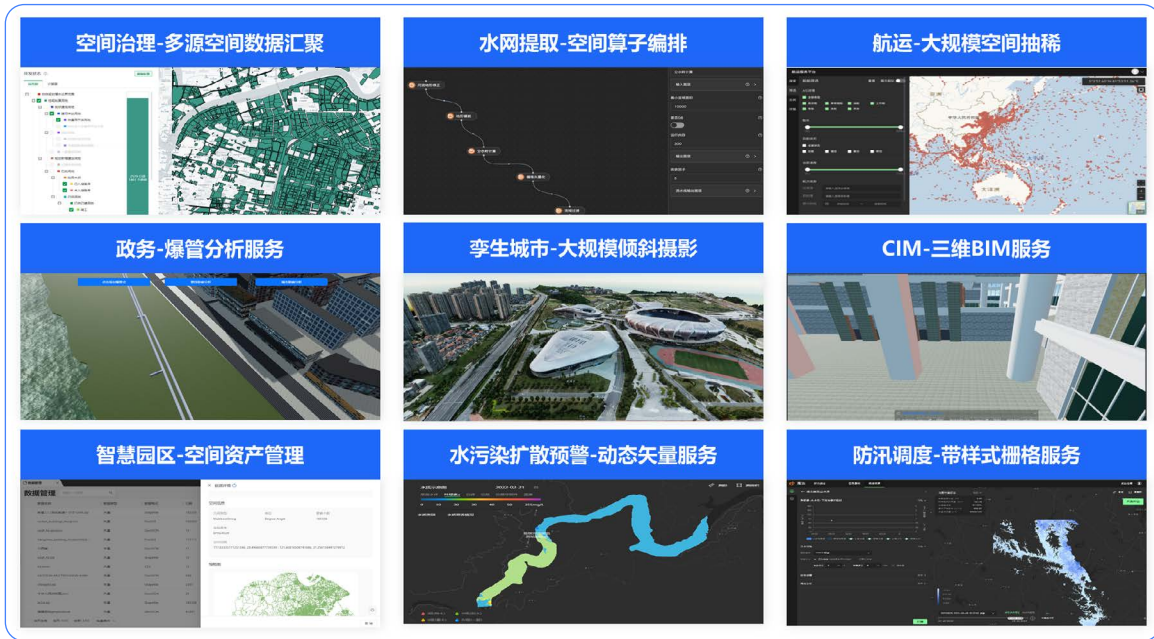


图 4-10 时空大数据管理与计算场景

元数据驱动的数据资产管理与共享能力：通过统一元数据归集和元数据图谱构建的元数据中心和数据血缘能力，可以实现数据资产管理、数据编目管理等元数据应用。数据标准、数据模型、质量规则、质量评估报告等元数据，可应用于提升数据开发和使用的效率，实现数据质量可控。

例如，类似于电商商品目录，数据运营方按业务口径，将各类数据资产分门别类上架到数据资产目录，数据应用方通过数据资产目录查找所需的数据资产，通过样例数据预览、数据血缘分析、数据质量报告等方式，全方位了解和应用数据资产。通过数据运营等一系列方式，不断丰富数据资产内容，提升数据资产质量，促进数据资产的业务价值转化。

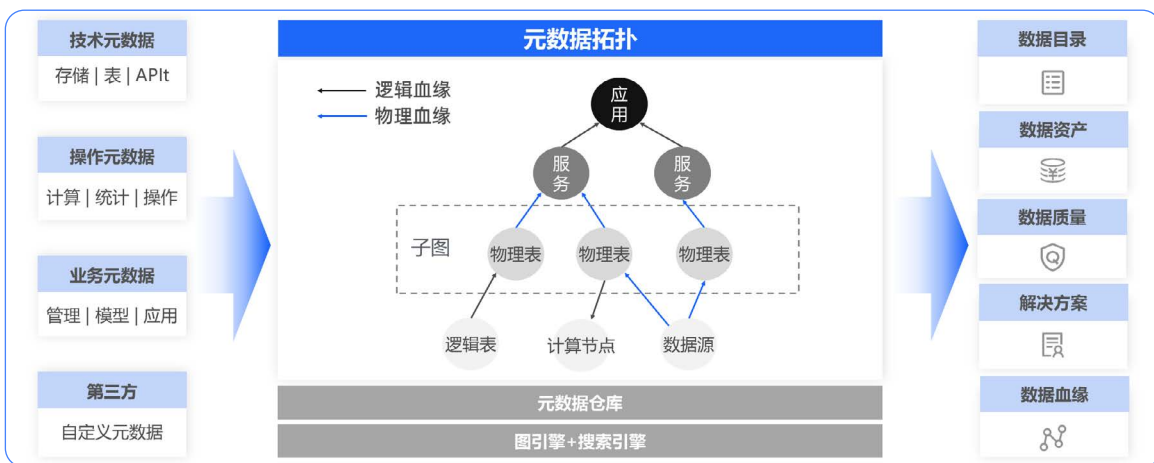


图 4-11 元数据驱动的数据资产管理框架



图 4-13 DataQ 产品架构

4.2.2 数字孪生仿真平台

作为产业数字化建设的核心能力支撑平台，数字孪生仿真平台为各业务场景提供全维度实体的动态和静态要素感知提取、数字孪生体生成、机理运行与仿真推演、孪生渲染与应用构建等通用能力。通过构建城市级孪生数据底座，能实现跨业务、跨系统、跨技术域实体的可传递、可解析、可融合、可复用，打破数据壁垒。该平台能提高孪生数据和服务资产的使用质量和效率，支撑业务数字化能力的集约建设，实现更大范围、更多领域、更加全面的互联互通，从而为产业的高质量发展提供全方位的能力支撑。

数字孪生仿真平台提供从数据加工到应用开发的全链路开发工具，为用户提供数据融合、实体建模、智能生成、仿真模拟、孪生搭建的孪生数字化建设能力闭环，实现物理世界与数字世界的虚实映射与联动控制，帮助各业务场景真正实现数据驱动的持续优化。

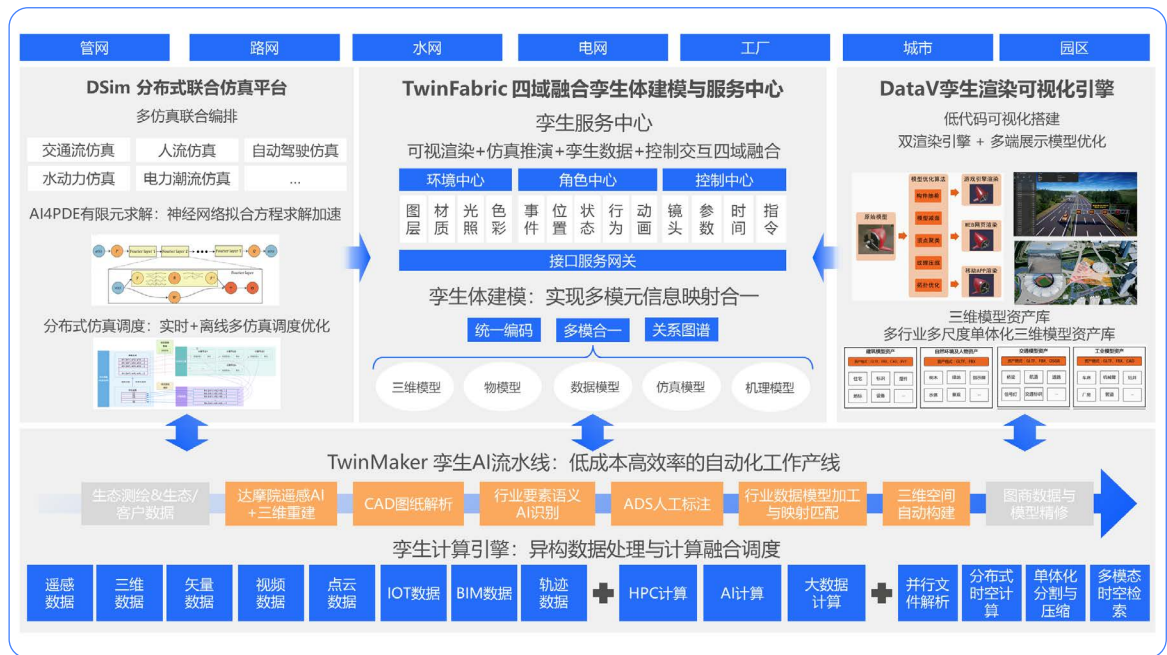


图 4-14 孪生仿真平台整体架构

数字孪生仿真平台包含以下核心模块：

- **孪生计算引擎：**支持同一个计算集群中运行多种类型的计算任务，包括流式计算、批处理和 AI 训练推理。内置了倾斜摄影处理、跨模态 AI 模型和低成本孪生要素构建等算子，满足孪生各阶段的计算需求。
- **孪生智能生成：**基于孪生计算引擎提供的空间处理、AI 生成等算法，依托孪生流水线实现多处理任务编排与管理，基于多模态数据实现孪生对象融合生成，提供二三维交互式操作台实现对生成对象的空间语义编辑与管理。
- **孪生渲染与可视化：**扩展基于视觉感知与参数化构建的数据增强算法，实现大规模城市级三维模型的自动化生成，并提供 API、SDK、图形操作台等多种产品形态，支撑低成本孪生应用构建。
- **分布式联合仿真：**通过打造集高并发调度、仿真计算加速、多模型协同能力于一体的仿真开放平台，可实现仿真模型的校准，支持仿真推演联合强化学习的 AI 智能体训练、仿真推演联合决策优化的智能调度等联合仿真场景构建及运行。
- **孪生实体建模：**通过建立统一建模、统一编码、统一索引、统一服务的数据全生命周期管理服务平台，实现孪生实体对象的统一数字体表达，支撑孪生数据的感视算控一体跨区域融合。
- **孪生服务中心：**以统一界面支撑行业应用构建，帮助应用开发人员屏蔽建模、仿真、渲染等多系统对接复杂度，面向业务场景提供整合数据、计算、渲染能力的通用组件与接口，大幅降低孪生应用开发门槛与成本。

依托上述功能模块，数字孪生仿真平台具有以下**五大核心能力**：

(1) 全域数据融合的时空基底

全要素时空基底是基于不同空间数据的优势信息，进行专业算法的提取、加工、处理，形成基于地理测绘数据、建筑信息模型、物联感知数据相融合的时空数据基底。用户可以通过不同精度的空间数据信息，基于孪生仿真平台去重构时空基底中的地形、河流、建筑、道路、园区、场区、植被等空间要素，从而构建出不同应用场景下的时空基底。

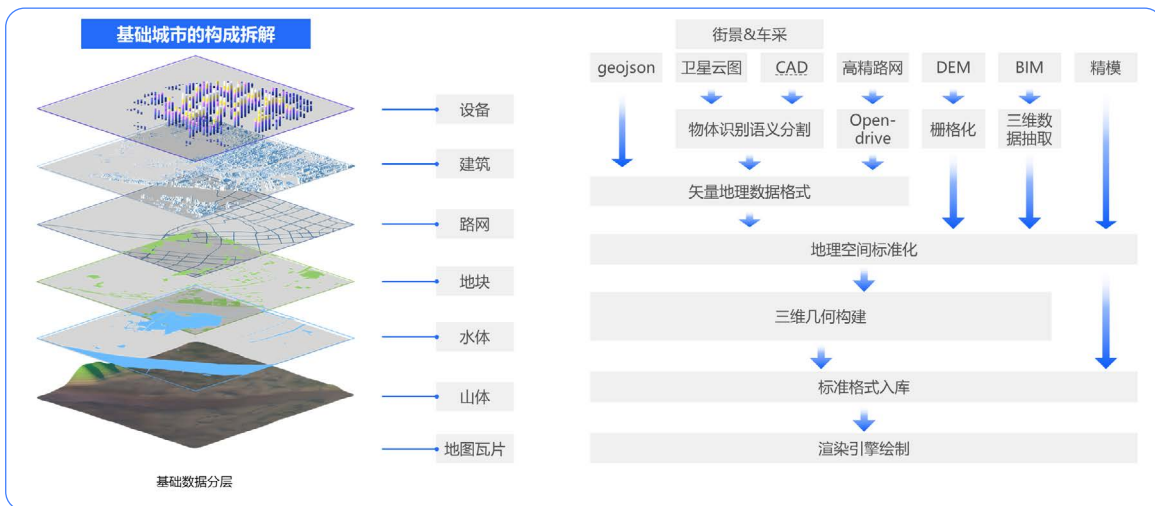


图 4-15 全要素时空基底

空间基底并不是一个静态的空间底座，而是随着时间而动态变化的。通过孪生仿真平台，用户可以通过数据映射的方式动态更新空间基底信息，为空间中的不同元素的属性信息进行动态扩展，实现每一个空间元素的全生命周期的跟踪记录，赋予空间基底时间属性，满足空间基底对现实世界的动态仿真，从而对现实世界的活动给出准确指导。

平台支持 GIS、BIM、倾斜摄影、高精地图、三维模型等全域时空数据类型的接入，为城市数字孪生基底的分析与可视化构建提供数据基础，满足数字孪生城市全要素（地质、地表、地形、植被、水体、官网、道路、建筑等）的表达和仿真。

(2) 统一孪生体建模支撑的跨域融合

通过建立统一建模、统一编码、统一索引、统一服务的孪生体建模平台，实现孪生体全生命周期管理，支持数据在感知、可视、仿真、控制等多子系统间的通信与共享，实现孪生数据的感视算控一体跨域融合，解决数字孪生系统建设中，由于缺乏统一标准和统一规划所形成的“条块分割、烟囱林立、重建轻养、纵强横弱、感知孤岛”等问题，促进形成统一的数字孪生资产沉淀。

- **孪生体模型定义：**平台支持孪生体全维度要素定义与管理，包括编码、位置、几何、关系、业务属性、动态指标、行为规则七大维度，兼容测绘、城市数字孪生与物联网相关孪生体、物模型定义标准，支持数据模型、三维模型、物模型、仿真模型、机理模型的多模元信息

映射合一。

- **孪生体统一编码：**支持对空间信息、时间信息、业务属性等数字孪生关键要素进行统一标准化表达，编码类型包括管理码、空间码和时间码，实现一套编码体系支撑全行业实体编码需求。管理码参照 40+ 相关国标分类，按照实体特征对空间实体或概念实体进行统一的分类和记录，其中的实体类型支持灵活扩充，且不影响已有的编码位数。空间码基于空间实体的空间特征，进行二维网格编码 + 三维高程编码，支持空间包含关系、空间相邻关系的快速判定。时间码基于空间实体或者概念实体的生命周期特征，进行时间编码，具有固定位数，且支持灵活的时间粒度。
- **孪生体关系管理：**提供面向孪生实体关系的新建、编辑、查询、删除图形操作界面与 API/SDK，支持对联合关系、包含 / 归属关系、父 / 子关系、连接关系与空间拓扑关系的数字化表达。

(3) 多引擎孪生渲染与低代码构建

数字孪生仿真平台通过国产化自研实时三维渲染引擎，准确快速地构建出三维孪生场景，并支持多终端的渲染能力，满足业务人员对不同使用场景下的时空数据使用需求。平台提供丰富的可视化组件、地理图元与行业模版，满足会议展览、业务监控、风险预警、地理信息分析等多种业务的展示需求，能让更多的人发现数据的价值，帮助非专业的工程师通过图形化的界面轻松搭建专业水准的可视化应用。

- **多端多场景适配：**支持大屏端、PC 应用端、手持移动设备端等多场景多设备投放。



图 4-16 多屏多端可视化方案

- **自研引擎全场景引擎：**包括自研二维地理空间分析引擎和自研球面真三维引擎。作为时空可视化引擎，球面真三维引擎不仅在视觉效果上媲美 C/S 引擎，而且也具备了丰富的 GIS 能力，填补游戏引擎和地理引擎在三维空间可视化方面的短板。

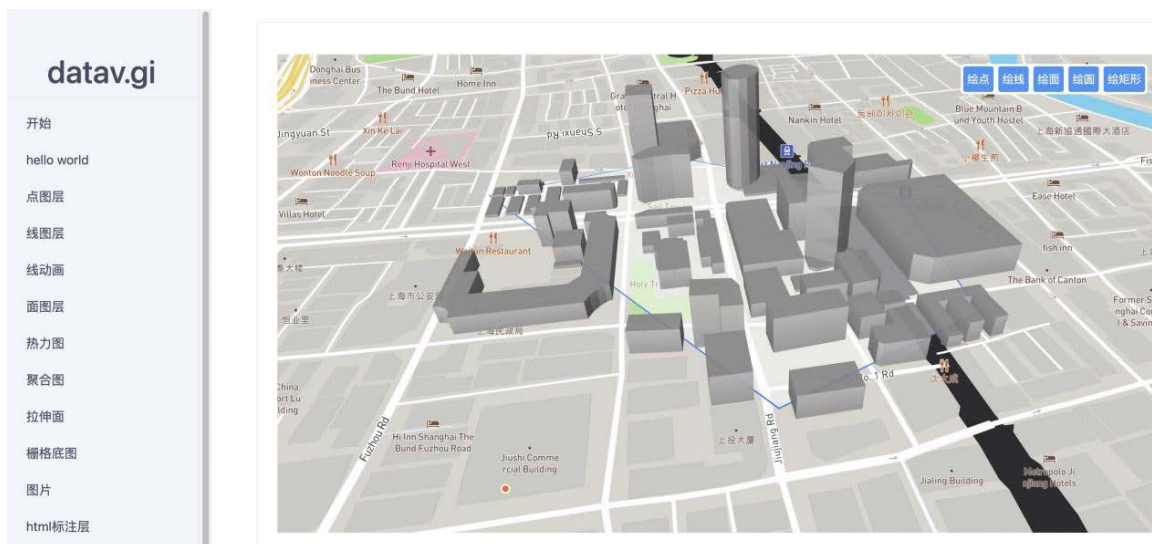


图 4-17 Web 三维孪生引擎

- **低代码智能搭建：**构建了一系列基础 UI 组件、图标组件库，将组建的配置项以面板形式展示给企业用户，让企业人员像使用设计工具一样处理数据。此外，通过创新性地使用蓝图编辑器，实现低代码模式的交互逻辑编排能力，将智能化技术运用到低代码搭建中，支持对手绘草图、信息图表、大屏截图等资料的自动识别，并自动生成可配置的可视化应用，用户可以在此基础上继续优化，完成最终的设计。

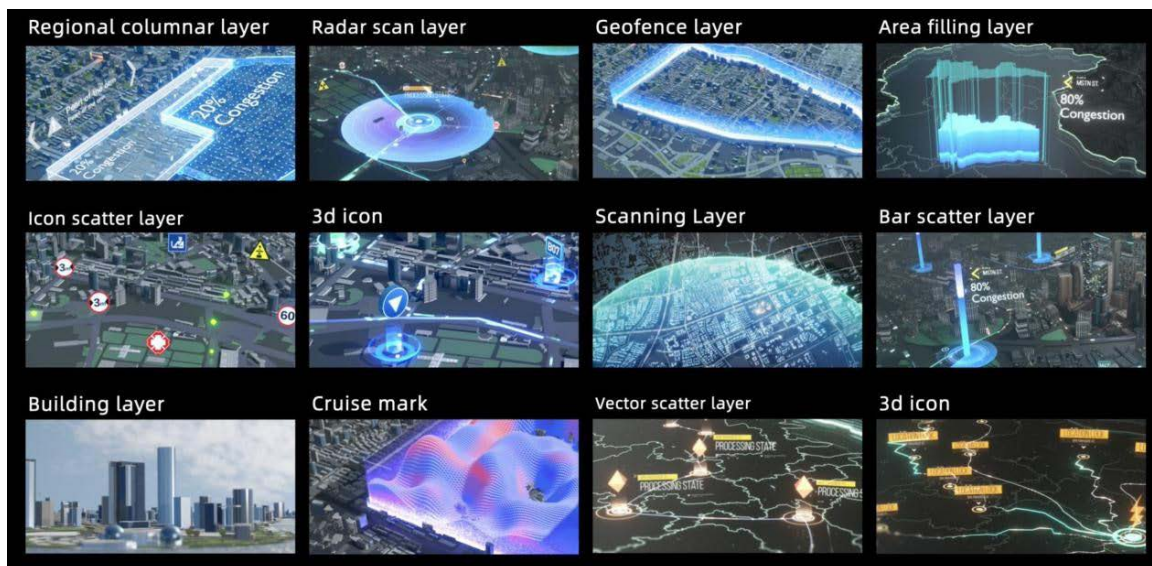


图 4-18 多场景业务组件

(4) 结合多模态大模型的孪生智能生成

孪生智能生成基于低成本高效率的自动化工作产线，引入多模态 AI 大模型能力，面向各行各业的客户，提供从真实世界采集，到孪生世界生成的一体化服务。

- **大规模三维生成：**依托无人机倾斜摄影采集数据成果，结合摄影测量学、计算机图形学算法，

采用行业领先的神经辐射场（NeRF）重建技术，以神经渲染的图像作为误差约束，通过自动化 GPU 处理流程和神经网络优化方法，获得三维点云、三维模型、真正射影像 (TDOM)、数字表面模型 (DSM) 等测绘成果，构建城市实景三维。



图 4-19 实景三维建模

- 全要素场景提取:** 在语言和图像领域，大模型已被证明具有强大的数据理解能力。通过结合图像分割和多模态理解能力，针对实景三维城市数据进行微调 and 适配，可以形成针对该领域的分割与理解大模型。该模型将结合 2D 数据的丰富性和 3D 数据的专业性，有效提升城市场景要素的自动理解与数字化应用能力。
- 全生产流程管理:** 基于智能化工具提供标准化的流程管理、配置、排程，构建数字孪生“ERP”平台，支持全环节精细化进度监控、规范化生产模块和自定义配置流程等措施，可以有效提升数据处理的效率和质量。

(5) 云原生大规模联合仿真

数字孪生仿真平台基于跨域融合的底座能力，面向各类型仿真业务，解决仿真计算加速、仿真模型校准、联合仿真等问题，提供一体化通用仿真技术平台能力，包括仿真软件管理、仿真模型开发与集成管理、仿真场景 / 实验构建、仿真任务管理、仿真结果分析等功能，实现“可弹性拓展、更快、更准”的仿真推演，兼容各领域、各类型仿真模型与软件，解决仿真校准、多模联合仿真、推演和决策一体化等问题。

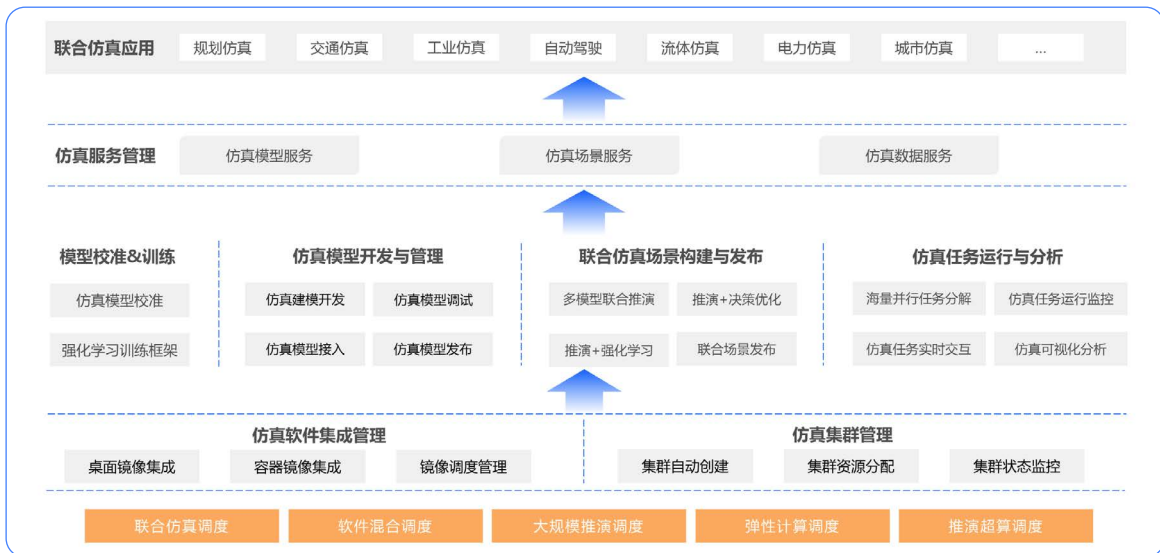


图 4-20 高性能计算推演调度引擎

多源仿真模型云化集成及统一服务：提供标准集成接口，支撑面向交通、人群、自动驾驶、水利水务等多类型、跨专业、跨计算平台的仿真模型的云化集成，并通过 API 方式发布仿真模型调用服务，同时统计分析模型调用情况。

- **高性能计算混合调度：**平台能够根据仿真模型对算力需求，自动构建算力集群进行仿真计算的并行加速，支持百万级并发，提升仿真计算效率。
- **AI 框架支持仿真模型校准：**支持仿真算法超参自主校准、联合仿真的自主校准学习、传统机器学习 /DL 算法超参自动化学习、自动多种参数搜索算法 (贝叶斯优化、随机搜索、网格搜索等)。
- **复杂业务仿真全流程场景支撑：**提供推演、训练、决策一体化平台，针对交通、枢纽、社区等涉及多要素、多因子的现实场景，支持多模型联合编排、复杂场景的仿真实验构建，并能够进行不同参数条件下的大规模仿真任务运行、多任务结果对比查看，有效支撑优化决策。

4.2.3 行业数据平台

行业数据平台是加速数据价值挖掘的关键工具，其沉淀的行业数据及模型能为业务发展提供原动力。为此，拥有面向行业构建高效、便捷的数据平台的能力变得尤为重要，同时行业数据平台可以促进企业数字化发展提速升级。

(1) 政务数据平台

政务数据是城市发展的重要基础，建立健全大数据辅助科学决策和社会治理的机制，推进政府

管理和社会治理模式创新，实现政府决策科学化、社会治理精准化、公共服务高效化，是政府治理现代化的必经之路。但是，目前部分地方政务数据存在完整性、准确性、及时性等质量问题，数据应用水平有待提高，业务场景支撑能力不足。特别是数据开放和共享开放应用不足，无法满足跨地区、跨部门、跨层级数据综合分析需求。

站在全局视角，从具体业务需求出发，通过构建标准规范的政务数据平台，界定政务核心数据范围，明确接入数据标准，应用智能化数据处理方式，能促进政务数据的挖掘应用，服务一网统管、一网通办、营商、监管等业务。此外，通过深度应用 AI 技术，高效支持多模态政务数据的处理，能为产业知识大模型提供语料、知识等高质量的数据服务，显著提升政务数据平台智能化水平。



图 4-21 政务数据平台架构

一站式数据资源管理服务：提供完成数据架构、数据标准、数据质量、数据生命周期管理、数据可视化等多项数据管理应用，可以为业务应用提供全量的、标准的、干净的、智能的数据。

一套完善的资源管理体系：以公共数据目录为核心，以应用管理为抓手，建设资源配套统一申请工具，完善应用统筹机制，数据资源高效配置机制，将相对离散的资源整合成为一个有机整体，对外统一服务各类用户，对内统一调度各类资源，体系化盘活政务数据资源。

智能化数据处理能力：融合多种 AI 技术，实现对政务数据的深度挖掘，通过融合语义识别技术、图像识别技术、空间数据处理技术实现对多模态的时空数据的处理能力。

- **实体抽取：**通过算法将文本描述中的相关实体抽取，扩充以事件为核心的各类信息。
- **空间编码：**对文本数据中的地址、空间描述信息进行结构化、标准化，对地址进行纠错、补全。

- **数据空间化**：实现数据从二维结构化数据到三维空间数据之间的关联转换。
- **空间计算**：从空间维度上对数据进行计算，包括不规则区域、缓冲区域、空间距离计算等。

(2) 交通数据平台

交通问题一直是城市发展的通病。交通管理者由于缺少高效的管理工具和手段，难以实时掌握交通状况，无法做到“底数清”“动态明”，一定程度上制约了城市的发展。

1) 底数清: 弄清楚整个交通系统的承载能力、运载工具数量、设备设施的类型和数量等静态数据;

2) 动态明: 运行中的运载工具数量，未来出行的运载工具计划，路网的实时运行状态，交通出行量，设备的运行状态。

通过以路网的统一表达为基础，融合动静态交通数据，构建多源数据融合、标高一致、动静一体的统一的交通数据平台，支持城市、高速交通出行场景。



图 4-22 交通数据平台

统一路网 (RID)

路网处在缓慢的变化过程中，路网拓扑结构、路段属性也会发生变化，对道路运行评价、路径规划、路网承载力等影响显著。通过设计 RID 体系，用 RID 来唯一标识每条路段，可以做到即使起终点之间的路径发生变化 RID 也保持不变。

RID 分为“标精”和“高精”，能够支持从最细路段¹到道路²层面的分析。

1. 最细路段是指两个交叉路口之间的路段
2. 道路是指整条道路，例如杭州文一西路整段

- 标清路网是用最基础的 RID、路口等基本元素来分析相关交通参数。
- 高精路网是在标精 RID 的基础上，将车道数据、交通设备信息、交通设施信息挂载到 RID 上。

多源交通数据融合

交通数据涉及多信息系统和多管理部门，具有容量大、类型多、异构的特征，各种数据源单独使用时并不能提供完备的信息，且数据质量往往不高。采用多方面、多特征的信息形成完整的道路状态问题判别，将这些不完备的数据图像加以融合，尽可能呈现一个客观、全面、完整的交通系统数据图像，成为大数据环境下交通分析技术中信息融合的核心任务。

多源交通数据包括：

- 基础道路数据：道路拓扑关系、路口渠化信息、设施设备信息；
- 视频数据：路口摄像头数据、各小区治安监控视频、电子警察、卡口等；
- 公共服务机构数据：市城管局、市容市政管理局、市环保局、市旅游局、市气象局等数据；
- 移动运营商数据：移动、电信、联通三大运营商数据；
- 互联网交通数据：高德、百度、网约车、共享单车等数据；
- 互联网舆情数据：论坛、贴吧、博客、微博、微信公众号、新闻客户端等互联网数据与交通、民生相关的数据，尤其是各类突发事件的相关数据。

通过构建一套标准的、可伸缩的、广泛适用的多源数据融合的交通数据模型感知体系和自动化数据处理流程，帮助交通治理从“感而不知、感而略知”进化到“感而全知”。

动静一体

多源数据融合实现了交通数据的动静一体的数字化还原，形成了相对完备的交通行业数据指标体系。该指标体系包括道路运行、安全防控和社会治理 3 大类，交通态势分析、事件感知、信号优化、弹性绿波带（特种车辆优先通行）、城市交通生命体征、交通诱导、重点车辆分析等 11 个子类，具体包括 500 多个指标项。

所有的指标都会以数据服务的方式提供给交通或者其他政府部门使用，方便供政府部门或行业合作伙伴快速便捷的开展研究以及开发行业创新应用，加速行业创新。

（3）制造数据平台

数据孤岛问题一直困扰大型制造企业的难题，特别是集团型企业，企业管理管理层想要获取一份全局报表非常困难。通过研发制造数据平台，接入数据采集设备、产线，以及企业各业务系统的

数据，覆盖企业的设计、生产、供应链、营销、服务等环节，融合 AI 等多种技术设计数据模型，能为制造企业提供全量、标准、干净的一体化工业数据，帮助企业实现数据资源的管理和应用，优化生产工艺流程，支撑业务决策。



图 4-23 制造数据平台

制造数据平台在实践中不断迭代升级，形成了完善的工业数据建模方法和云边协同的技术架构。

一套工业数据建模方法：兼顾流程制造和离散制造，且能平衡企业共性与个性的数据应用需求，满足不同类型企业数据分析应用，让企业管理层既能总揽全局看清生产管理经营现状，又能服务不同板块多样化的业务决策。

一套工业数据中台的云边协同技术架构：支持在集团公司部署一套大型的中央数据平台，处理全集团的数据，在各生产中心分别部署一套小型的边缘数据平台，满足各生产中心数据处理需求。边缘数据平台与集团中央数据平台协同互动，能显著提高集团经营管理和基地生产制造的效率。

目前制造数据平台已经在钢铁、水泥、固废、汽车等行业得到应用，为企业提供了灵活、丰富的数据模型，支撑企业开展多样化的数据分析和业务应用。

(4) 能源电力数据平台

电力系统的低碳经济运行是实现我国“双碳”战略目标的必经之路，构建安全、经济、高效的新型电力系统调控模式是推动能源系统数字化转型，助力国民经济高质量发展的重要保障。

新型电力系统是现代能源体系的重要组成，是实现“双碳”目标的关键载体。但是随着新型电力系统的快速推进，电力系统运行同样面临新的挑战。一方面，电网调度控制复杂性不断增加，调度运行特性深刻变化，对电网精细化调控和一体化统筹管理水平提出了更高的要求；另一方面，由于电力电子装置广泛使用以及新能源渗透率的提高，电力系统表现出越来越强的复杂性和不确定性，如何保证电网稳定、安全运行，成为电网调控的重大战略问题。

通过建设能源电力数据平台，帮助电力企业形成“有效聚合、分层控制、多级协同”的新型调度运行体系，形成大电网与配电网、微电网高效协同的运行机制，提升电力系统调节能力、运行效率与安全水平，是解决新型电力系统调度运行问题的重要途径。

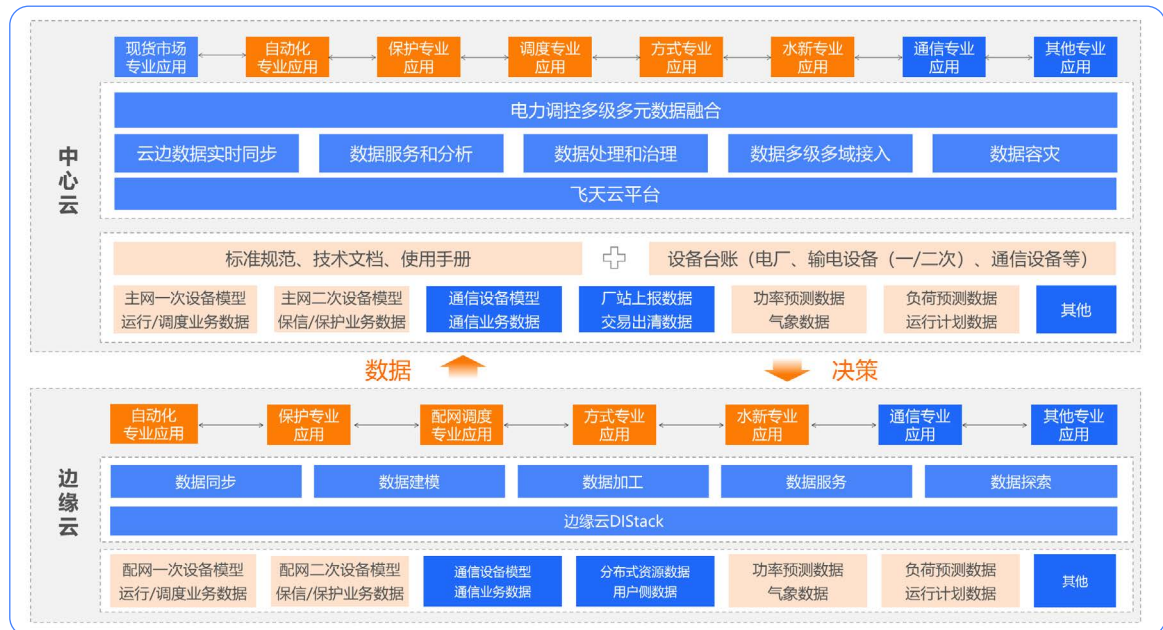


图 4-24 能源电力数据平台架构

能源电力数据平台支持在大电网部署一套集中数据平台，处理区域内数据，在配电网分别部署小型边缘数据平台，满足配电网数据处理及管理要求。配电网及大电网数据平台间进行数据互动及协同，形成高效协同的运行机制。

能源电力数据平台以电网调控运行实时在线决策应用需求为导向，为电网调控运行实时在线分析决策、电网调度精益化管理数据共享与业务协同、为人工智能等新技术在电力调控领域应用提供强有力的数据服务能力，全面支撑数据存、管、用三大场景，加速调度数据的价值转换，实现电网调控数据存管用三方面功能和性能方面的全面提升。

(5) 空间数据平台

城市是居民生活、经济活动的空间载体，但城市空间数据长期处于割裂状态。各单位的数据连通效果差，且业务与空间数据往往存在错配。此外，城市场景中的分析对象不再是空间数据本身，而是居民生产生活数据。为此，通过构建支持多源异构数据融合分析的空间数据分析模式，提供全量、高精度的城市空间数据模型，打造空间数据平台，能更好的服务城市发展。

- 基础数据能力：支持 GIS 领域矢量数据、栅格数据、瓦片数据的常规格式，满足业务场景对于卫星遥感影像、高精路网、地形数据、街景数据、CAD 数据等基础数据的需求。
- 三维场景数据能力：支持 OSGB、3DTiles、S3M、OBJ、FBX、DAE、GLTF、GLB 等常规三维数据格式，基本覆盖倾斜摄影数据、BIM 数据、点云数据、主流三维建模软件格式，

满足 GIS 三维、数字孪生等三维业务场景的需求。

- 空间大数据能力：支持地名地址标准化、空间大数据计算、动态空间仿真数据（流式数据）等空间业务数据的大规模实时接入。



图 4-25 空间数据平台

空间数据平台提供多种类型空间数据的数据同步和资源管理能力，提供灵活的空间数据查询方式，支持可视化数据开发模式，集成了主流 GIS 引擎的空间数据处理和分析算子，并支持多 GIS 引擎的算子混合编排。

依托空间数据平台，使用可视化工具可以生成静态的城市三维模型，通过加载城市人流、车流、物流等经济数据，可以面向城市管理者动态展现城市的运行情况，服务城市可持续发展。

4.2.4 行业大模型平台

行业大模型平台专门用于构建行业专属大模型。可以针对不同行业的实际业务场景，实现专业知识的增强、场景能力的精调和人工反馈的强化。基于已成熟训练的各行业知识大模型，以灵活、高效和低成本的方式完成用户专属模型的预训练、精调和对齐，从而得到适用于特定场景的大模型。行业大模型平台是各行业实现 AI 落地加速的重要工具，能够满足各行业对模型定制化的需求，并提供开放接口供行业应用进行灵活调用，从而推动大模型在行业深入场景的落地应用。

为了适应行业个性化场景需要，大模型通常需要遵循以下三个步骤进行适配，如图 4-26 所示：

第一步：行业预训练模型。该步骤需要持续积累行业文本数据和知识，并在通用基础模型基础

上构建行业知识与训练模型。

第二步：行业业务微调。在沉淀高质量的行业标注数据的基础上，对行业预训练模型进行有监督微调，以优化业务效果。

第三步：业务价值对齐。通过业务回流数据进一步将有监督微调的行业模型做业务价值对齐精调。

这三个步骤可以提高行业大模型的适用性和准确性，从而更好地适应行业个性化场景。



图 4-26 大模型适配行业个性化场景三步走

行业大模型平台预置了各行业大模型，并提供模型生产加工（知识管理、模型训练、模型评测）、模型应用和扩展插件、内容安全等基础能力，以解决通用基础大模型在专业领域表现不佳、无法深入场景落地应用等问题，并实现为各行业提供更高效、安全、便捷的 AI 解决方案。



图 4-27 行业大模型平台架构

(1) 生产平台

生产平台提供了从知识管理、语料生产、模型训练、评测、部署上线、人类反馈强化学习到模型迭代优化全链路能力，可一站式完成从原始语料到客户专属模型的生产过程。生产平台内置了行业预训练模型，该模型是在通义千问基础大模型的基础上，通过持续预训练各行业的专业知识得到，大幅提高了模型在各行业专业文献、专利、标准、规范、政策、工艺、专业技术、行业业务案例等方面的知识储备和相关能力，降低了平台用户进行模型训练的门槛。

1) 知识管理：支持数据资产接入和标准化管理，帮助构建行业知识体系。并提供解析、提取、生成等基础知识加工能力，为行业大模型训练提供高质量、体系化、标准化的数据支撑。

2) 训练管理：提供训练的全链路能力支持，包含语料管理、语料标注、数据集管理、模型管理等，内置多种版本预训练、微调模型。用户可以轻松管理训练的各项任务，使训练过程更加高效。

3) 模型评测：提供模型评测能力，为科学、客观的评测数据质量和模型效果服务，支持评测标准管理、评测集管理和评测任务管理，涵盖各种评估指标、量化标准、评判规则以及评测的流程和方法，实现对生产出来的行业模型能力和效果进行准确和客观的评估。

(2) 应用平台

应用平台是行业大模型平台对外透出能力的统一出口，可以通过“应用插件扩展”功能，把行业领域文档、数据、服务 API 链接到行业大模型，由大模型统一进行规划调度，在合适的时机调用、整合、处理。并由行业大模型平台提供统一的对外服务 API 供各类应用使用。

(3) 安全卫士

安全卫士从模型训练数据、训练结果、线上服务等环节，全方位保证大模型生成内容的安全合规性，确保大型语言模型在使用过程中遵守道德、法律和伦理规范。

I 4.3 构筑行业智能引擎

行业智能引擎是企业业务转型升级和创新发展的动力引擎，其将数据与算法深度融合，推动业务应用由“业务规则”驱动提升为“数据+业务规则”共同驱动的模式，进而提升各行业、各领域智能化、智慧化水平。

I 4.3.1 政务行业智能引擎

数字政府建设是推进国家治理体系和治理能力现代化提供了重要途径。但是长期以来政务领域面临“互联互通难”“数据共享难”“业务协同难”等挑战。此外，政务数字化要求高、个性化强等特点，使得传统信息化建设模式不能满足业务发展需求。



图 4-28 政务行业智能引擎

通过打造行业级的智能引擎，内化海量城市事件事项、政务办事服务指南、营商政策原文、监管法律法规等行业数据和知识，并提供工具平台持续训练、精调，在实战中通过高质量业务数据持续进行模型自学习，支持理解、匹配、生成任务，不断优化业务效果。政务行业智能引擎通过深化智能化能力，聚合生态伙伴力量，共同助力政务智能化发展。

一网统管

一网统管本质上是通过打通政府各条线部门形成“一张网”，助力城市管理者能够高效地发现事件、派发事件、协同处置事件，从而实现高效处置一件事的目标。从城市大规模事件治理的全生命周期出发，构建基于海量城市事件数据的城市事件大模型，阿里云创新性地提出了三级智能：智能预防、智能协同、智能处置。

- **智能预防：**借助海量事件时空计算分析，实现监测预警、研判预警到决策智能，助力事件、

事故的源头治理，早发现早解决，尤其是重大风险事件。

- **智能协同：**借助大规模预训练城市事件大模型，将上报的海量事件，精准地派发到处置部门，尤其是涉及跨部门、跨层级、跨业务协同的复杂事件，大幅降低人力成本，降低错误率，提升派发效率。
- **智能处置：**通过分析基层执法人员在现场的违法事件描述，智能推荐相关执法事项以及相似处置案件历史参考，助力提升基层执法的处置过程中的效率，减少违规执法。

在宜昌城市大脑落地实践中，围绕高效处置一件事，实现了12345热线、网格上报、110非警情等全市事件全量汇聚，实现75%事件智能派单，退单率从16%下降至3.5%，派发时长从平均79分钟下降至秒级别，整体处置效率提升20%。

一网通办

借助以低代码为核心的智能表单、智能路由、服务网关等，打造一体化的办事服务平台，让客户高效、灵活配置事项流程以及审批流程。

- **从办事人角度：**实现从“人找服务”到“服务找人”的转变，提供“无感智办”“用户主动办理”两种模式，做到“免申即享”。
- **从审批人角度：**借助NLP和OCR等算法，对高频材料进行智能识别、自动提取材料信息，信息交叉比对，提升智能审批的能力，提高办事效率。

以“门诊慢病特殊病种自动备案”为例，免申即享服务在浙江推出后，办件量提升了4倍，办事人无需提交任何表单材料，审批人的工作量大幅减少，审批时长从4.5小时降至2.7秒、审批成功率从72%提升至99.9%。

一网营商

- **营商知识图谱：**基于NLP预训练大模型学习10万篇政策原文，沉淀政策知识模型，进行政策智能解析，构建政策知识图谱和政策条件逻辑关系。
- **政策-企业智能匹配：**借助营商知识图谱，深度还原政策，并对企业开展画像，构建企业与政策的匹配模型，提供“千企千面”的政策精准推荐服务。
- **政策推演：**通过对政策落地效果进行仿真模拟，分析政策落地后的企业地区分布、行业分布、企业规模等数据概况，辅助科学制定政策。
- **智能申报审批：**基于营商知识图谱，开展风险预警和不良信用拦截，并且实现智能免填、秒核、秒验、秒批，推动政策服务自动化履约，提高政策审批效率。

4.3.2 交通行业智能引擎

十四五以来，国家对交通强国战略的重视程度持续加深，创新发展的步伐不断加快。智慧交通通过整体规划调度、运营管理、监控优化，能减少交通拥堵，降低交通事故，提升通行效率，降低碳排放，使出行和运输更高效、更绿色和更安全。

数智交管

交管领域信息化水平较高，基础较好。但是交管业务复杂，参与对象众多，实时性要求高，路口、路段、路网突发事件众多且成因难解，需要更加智慧化的手段提升交通管理质量和效率。

通过打造交通云控平台，将雷达、视频等设备将动态交通数据和静态交通数据相结合，实现交通运行的数字孪生，精细刻画交通参与者的行驶轨迹和行为，发现交通冲突点。同时将感知、仿真与指挥联动，通过多种实时动态交通数据对交通仿真进行实施校准，通过对于交通预案的推演和评估，推荐最佳交通组织方案。

通过路侧边缘实时计算打造数智路口，形成具有路口数字孪生和信号优化控制能力的一体化智慧硬件盒子，将云端能力延伸到交通路口边缘侧。在路口的信号机箱内部署该盒子，即可对视频和雷达信号进行实时处理，计算车辆排队等交通参数，预测车辆的通行时间，推算道路通行能力，结合实时路侧控制系统和诱导系统，采用时空一体的方式最大化地提高道路通行效率。

云控平台可以感知和优化区域交通运行情况，数智路口盒子之间可以互相协同，并与云控平台进行云边协同，助力交通管理部门解决看不见、数不清、控不了、处理不及时等问题。

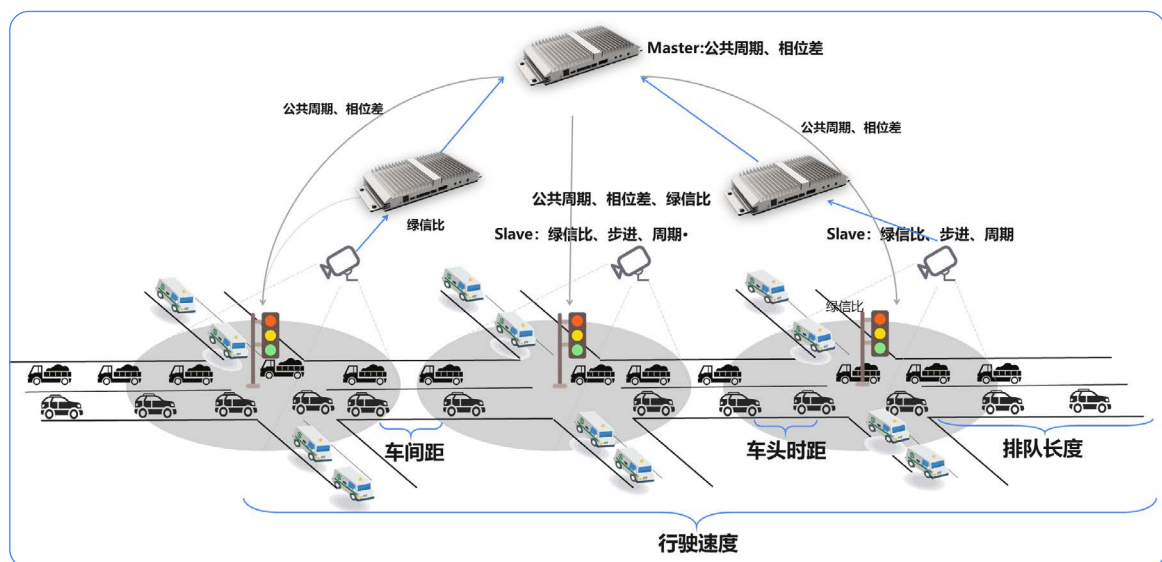


图 4-29 云边协同优化架构图

1. 动态交通数据：人、机动车、非机动车、天气、交通事件和违法等信息
2. 静态交通数据：路口、路段、路网、标志标线等

智慧高速

智慧高速对区域经济发展、社会稳定等起到重要作用，各地市纷纷启动建设，以提升对高速的主动管控能力，提升高速交通效率安全。智慧高速是将部署在高速上的摄像头与毫米波雷达数据进行融合，全息感知高速上的人、车、路、环境等要素，识别和还原车辆的类型、车牌、位置、运动状态等信息，以此为基础构建高速的数字孪生世界，支撑交通管理者全方位掌握高速运行态势，辅助交通管理决策。智慧高速具有一下四大功能：

- **实时分析，提高高速公路通行效率。**通过实时分析摄像头数据，秒级发现交通拥堵、交通事故、恶劣天气、摄像头设备工作质量报警等问题，交通事件检测准确率能达到 95%，检出率达 95%。智慧高速能智能联动各方快速处置异常事件，秒级快速接警，分钟级内协同决策，实现处置过程可视化和处置流程在线闭环。
- **多维链接，提供全方位交通信息服务。**可以通过 V2X、ETC 2.0、4G、5G 等网络触达车载终端，或者通过数字标识标牌显示等方式，为驾驶员提供全方位的交通信息服务，包括实时路况、路径诱导、事件播报、安全提醒、服务区信息等，实现车路协同。
- **主动管控，优化高速公路运行状态。**根据实时路况，为高速管理者推荐管控车流量、车流速度、以及车道开关闭状态的方案，提升高速公路通行能力。
- **仿真推演，支撑科学制定高速交通预案。**在智慧交通的数字孪生世界，输入真实交通需求，推演各种管控预案的效果和影响，为预案的制定提供客观数据支撑。



图 4-30 高速数字孪生

未来，智慧高速能力将延伸至车辆端，通过与汽车厂商合作，与国内车联网平台、车载车机运营合作，将显著提升高速公路与车辆的联动能力，创新更多的车路协同服务，让高速公路更智能。

智慧港口

港口是我国对外开放、发展对外型经济的重要窗口，但是目前港口的智能化水平普遍不高，生产调度依赖人工，集疏运效率低，港口的吞吐能力尚未得到充分发挥。

智慧港口引擎通过对港区物联网设备的全联接，再升级，并引入智能优化系统，提升港口的生产效率，提高港口服务能力。

- **物联网设备全联接，构建码头数字孪生世界。**通过对接入码头的各类 IoT 设备和千寻高精度定位进行升级改造，与码头操作系统等生产作业系统对接，获取与识别港区内的堆场、集装箱、桥吊、龙门吊、集装箱卡车等静态与动态物体的实时位置与运动状态，构建码头的数字孪生世界，全面展示港区生产运营全貌，支撑港区可视化指挥。
- **智能系统应用，实现智能设备高效协同。**将运筹优化智能系统 (iECS) 与码头操作系统 (TOS) 对接，构建港区生产作业的智能排序和调度引擎，包括集卡调度、龙门吊调度、桥吊调度、平面运输路径规划、作业监控与预警、资源动态配置等，通过龙门吊、集装箱卡车、桥吊等设备的协同作业、混编调度作业，实现码头的“船 - 桥 - 场 - 车”的全局调度优化，提高港口的岸边效率、平面运输效率、堆场效率，提升设备利用率，缩短设备等待时间，实现全港区全智能设备的高效协同。

此外，智慧港口引擎将车辆协同技术与港口平面运输的调度规划相结合，高效支撑港区内无人驾驶的内集卡与有人驾驶的外集卡安全混行。

数字机坪

安全是民航机场的生命线，但是机场以及空管工作人员不能实时掌握机场上所有飞机的位置和状态，往往需要人工操作摄像头来查看机坪上的飞机状态，为机场运行带来了一定安全隐患。



图 4-31 数字机坪架构图

通过打造数字化机坪，能显著提升机场运行安全水平。通过构建机坪的三维空间模型，将机坪上部署的摄像头、雷达等设备产生的多源数据进行融合，识别每架飞机的动线，以及滑行全轨迹追

产业智能整体技术能力体系

踪还原。将飞机在视频中的二维位置，映射到机坪的三维空间中，从而实现“全机坪一张图”，实现机坪全要素的数字孪生管理。

数字机坪能够实现自动识别航班过站保障节点，并且对超出计划时间的不正常节点进行自动监测和预警，支持进一步对放行不正常原因分析、保障节点的正常率、保障效率进行深入的数据分析，识别准确率达到 95% 以上。

数字机坪还能够实现机坪不安全事件的自动检测和报警，支持 10 类以上风险事件智能识别，支持业务场景规则和报警阈值的算法灵活配置，实现智能报警，做到将安全事件从事后追责转为自动化的实时感知和事前预警，及时发现安全问题和隐患。

4.3.3 制造行业智能引擎

制造行业细分领域多，供应链跨度大，生产工艺、流程、产品等复杂且差异大，涉及的原材料、厂房、产线、设备等种类繁多，导致数字化转型面临挑战。此外，工业软件繁多，互通性差，也不利于制造企业数字化升级。

为了解决这一难题，通过打造制造行业制造引擎，将复杂多样的算法模型转化为标准化的产品，助力提升制造业数智化水平。

工业优化控制



图 4-32 智能控制融合平台 AICS

- 通过设计智能控制融合平台 AICS，把数据建模中常见的操作提炼成工业控制组件，用户可以通过“拖拉拽”的方式快速构建优化模型，并且能自动生成推荐的工艺优化参数，例如，温度，压力，流量，液位等，实现“模型驱动的模式优化”方法在更多的制造场景中大规模应用。
- 为了使优化过程与生产过程紧密融合，在 AICS 中添加过程控制能力，自研 MPC 和 PID 算法，实现鲁棒模型预测控制、集成 AI 预测模型、未知扰动估计、在线闭环辨识等功能，帮助优化生产流程以及反控流程。

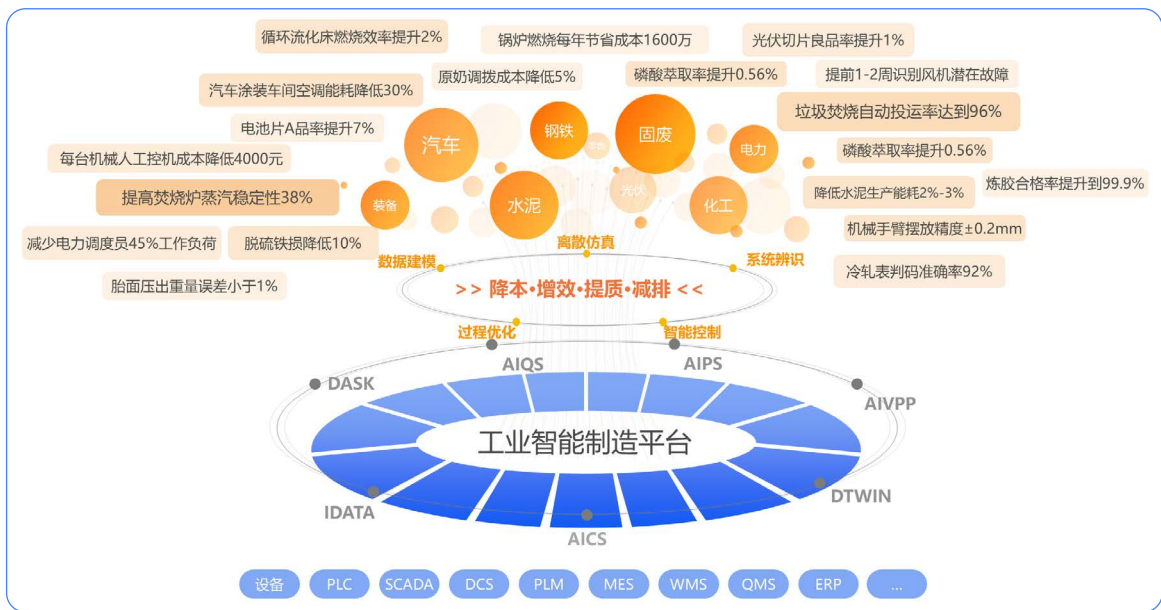


图 4-33 工业智能制造平台

依托 AICS 打造的工业智能平台已被运用到多个行业，在华新水泥、海螺水泥等实践中取得优异成绩，例如在海螺水泥，实现 98.9% 的投运率，生产稳定性提升 35%。

工业数字孪生

工业数字孪生应用前景广阔，在工业园区、汽车产线、离散制造车间、大型装备制造、发电站等场景中，可以让管理者全局掌握生产过程，并根据全局生产数据的的多维表达对生产过程进行反向控制。



图 4-34 工业数字孪生 DTwin2.0 平台

为了促进数字孪生技术在工业领域落地，阿里云研发了工业数字孪生应用开发平台 DTwin，定位于工业平台级的虚实连接与 3D 交互开发平台，帮助工业企业构建数字化虚拟工厂与数字化转型。

DTwin 能将 IT 等多模数据汇聚与融合，内置多种工业数采协议，可兼容多厂家不同设备的多模数据。其多元模型耦合能力可融合数百类工业设备、数据及算法模型，搭配分布式计算框架同时运行数千种数据指令和模型，可实现仿真、优化、控制一体化。用户可以根据物理工厂的现状，基于 DTwin 产品搭建自己的虚拟数字车间，并接入现场真实数据还原实际生产过程，为数字化交互操作、模拟仿真、优化控制等提供支撑。

智能质量分析

质量管控是制造企业的重点和难点，传统的质量管理系统（QMS）、六西格玛质量管理方法已被汽车企业广泛应用，但是汽车行业的质量问题、批量召回仍然居高不下，特别是新能源汽车领域，研发生产迭代快、车型定制化程度高，对质量管控提出了更大的挑战，汽车行业亟需更加高效、实时、精细化的质量管理技术手段。

为了应对这一难题，我们通过构建基于 IT/OT 数据融合、智能算法的智能质量分析和优化平台 AIQS，涵盖“事前”、“事中”、“事后”的端到端质量链路，将当前生产过程中发现和解决质量问题的被动管理模式，向实时、精准、智能化的主动质量分析与优化方向转变，从符合生产过程标准要求向真正提升一次产品良率转变，将六西格玛质量分析手段进行智能化提升并融入到日常质量管理执行中。

AIQS 将会覆盖质量判定与预测、5M1E 变点分析、过程能力分析、根因和失效分析、质量优化、质量追溯六大场景，其 MVP 版本正在锂电池制造、汽车生产等行业落地验证。

4.3.4 能源电力智能引擎

电力知识图谱引擎

电网调控中心是一个信息密集型和知识密集型的决策控制中心。知识图谱作为一种基于人工智能技术的知识组织和构建方法，其信息表达更接近人类认知世界的方式，能够从语义层面表示复杂的关联关系，提供了一种更好地管理和理解海量信息的能力。电力知识图谱引擎集成自然语言处理、机器阅读理解、图计算等人工智能技术，面向业务人员提供可视化的知识建模、知识生产、知识存储、知识加工、知识计算、知识运营等工具，将分散在调度业务系统中的结构化数据、半结构化数据以及非结构化数据转化为图数据，以支撑调度知识的智能搜索、智能问答、智能推理等应用。



图 4-35 工业数字孪生 DTWin2.0 平台

电力知识图谱引擎分为知识图谱生产中台、认知服务应用及服务接口三部分。知识图谱生产中台提供知识接入、知识建模、知识存储、知识计算等组件，支撑将各类数据转化成图数据的形式并进行存储。各组件功能如下：

- 知识接入组件提供结构化、半结构化及非结构化数据的采集、清洗、导入、转换等功能；
- 知识建模组件提供包括本体设计、实体类型设计、关系类型设计、关系编辑等功能，能提供手动和自动建模两种知识建模方式，提供可视化建模管理模块，支持抽象的资源、属性、关联关系等信息的定义、组织、管理，可自定义管理知识概念和知识的属性，知识概念和知识的属性可以自定义管理，支持模型导入导出；
- 知识抽取组件提供包括命名实体辨识、关系抽取、事件抽取等功能，能够根据已建立的图谱模型，将实体、实体属性、关系、事件从接入的知识中抽取出来，并形成图谱；
- 知识标引组件包括知识预览、资源标引、资源预览等功能，支持用户按照不同资源类型为已构建好的图谱添加文档、文本、图片、链接等资源，并可在图谱组件中实时查看标引的资源；
- 知识融合组件提供算法融合、手动融合等功能，针对知识抽取环节中多个来源数据形成的图谱，将关于同一个资源实体的描述信息融合起来，形成统一的业务知识图谱；
- 知识存储组件包括本体库、语料库、三元组存储等功能，可根据业务应用场景分类提供对应的数据存储解决方案，实现知识图谱数据的存储、编辑、溯源；

▮ 产业智能整体技术能力体系

- 知识计算组件包括知识标引、复杂图分析模块，面向应用场景和应用建设提供知识图谱计算能力，且支持根据不同分析需求选择不同的算法进行分析，并以用户友好的可视化页面展示分析结果，提高组件易用性；
- 知识管理组件提供查看系统审计日志、查看已经注册的服务信息及运行状态的功能，支持对服务进行资源分配，任务分配以及停止启动等操作，同时可以分配组件用户，管理用户图谱数据查看权限。

认知服务应用提供面向知识问答、知识搜索、知识推理、知识可视化的通用引擎，以及面向调控特定场景的辅助决策引擎。各引擎功能如下：

- 搜索问答引擎提供语义理解、意图识别、会话管理、多模态搜索等功能，支持知识的搜索和问答；
- 推理决策引擎提供因果推理、缺省推理、规则推理、归纳推理等基于知识图谱的推理功能，支持对知识进行挖掘并获取新的知识；
- 拓扑分析引擎提供 D2R、电气连通分析、拓扑搜索、设备状态判别功能；
- 可视化引擎包括图谱展示、路径展示等功能，支持对查询、问答、推理、拓扑分析出的知识进行展示。

服务接口提供标准化的服务接口，支持外部系统调用知识生产中台能力及认知服务的各个引擎。具体功能如下：

- 接口调用提供外部系统调用知识生产平台能力及各引擎功能；
- 权限鉴别对调用命令的权限鉴别。

智能虚拟电厂平台

新能源的发展加速电源侧结构由集中式向为分布式发展。以电动车和储能装置等为代表的新型可调负荷逐渐变多。以风电、光伏为主的新能源占比提升给电力系统在预测、整合和调度等方面带来难题，能源需求侧电气化趋势也给整个电力系统的安全及可靠性带来了新挑战。虚拟电厂作为提升电力系统调节能力的重要手段，集成了先进的数字化技术、控制技术、物联网技术与信息通信技术，将分布式电源、储能与可调负荷等分布式资源进行聚合管理与优化控制，并参与电网运行及电力市场的运营，以技术和市场相结合的方式促进源网荷储高效协同互动。



图 4-36 智能虚拟电厂平台

虚拟电厂平台核心能力包括资源建模、效能分析、仿真推演、交易决策、优化控制、云边协同等六大部分。

资源建模：提供对边缘侧光伏、储能、充电桩、可调负荷等设备进行建模，包括设备机理模型以及经济性模型；

效能分析：基于所聚合资源的历史运行数据，对光伏的转换效率、储能的健康度、资源的运行安全性进行分析，并更新设备的机理模型参数；

仿真推演：提供对所聚合资源的用电、发电情况进行预测，推断出每个聚合资源的调节能力和区间，以及价格成本；

交易决策：对现货市场、辅助服务市场等电力市场价格进行预测，并基于仿真推演结果，生成交易辅助决策信息；

优化控制：以整体收益最大化为目标，制定出各聚合资源的运行策略；

云边协同：提供对边缘节点、边缘设备、边缘配置、边缘镜像的管理和远程 OTA。

虚拟电厂平台可以将需求侧的分散资源聚沙成塔，与电网进行灵活、精准、智能化互动响应，有助于平抑电网峰谷差，提升电网安全保障水平。

4.3.5 汽车自动驾驶智能引擎



图 4-37 自动驾驶云

数据管理平台

数据管理平台管理和处理上传的各类自动驾驶数据，为自动驾驶开发过程中的处理 workflow、管理、检索、回放等需求，提供工程化的支撑，是自动驾驶研发团队进行工作协同的关键纽带。

- **提供数据并行处理 workflow**，可以定义自动化数据处理 workflow，内置多种数据预处理算子，支持数据并行化计算，能显著提升数据预处理的工程效率。
- **提供多种数据检索方式**，以及人工标注标签进行样本的打标，提供标签检索、以图搜图、万物检索、语义检索等多种数据检索方式，支持检索结果快速时空对齐回放，支持将数据集同步到模型训练以及仿真场景软件制作环节。

数据管理平台在大模型基础之上，融合了交通领域优化的识别模型，进行混合语义检索，从而最终保障功能既能通用泛化，也能提高在自动驾驶常用目标物检索识别上的高准确率。

AI 训练平台

自动驾驶训练场景中，视频和雷达数据量大，训练模型大，参数复杂，与一般性的机器学习和视觉计算相比，有更高的计算性能要求。

- **算力层**，对 GPU 资源进行细粒度切分、调度，将 GPU 资源虚拟化利用率提高 3 倍，支持更多人同时在线开发。
- **通讯层**，端对端通信延迟降低至 2 微秒，在整体计算效率上实现了算力的线性扩展。
- **存储层**，吞吐比业界 20GB/s 的普遍水准提升了 40 倍。
- **能耗层**，采用风冷、AI 调温、模块化设计等绿色技术，年平均能耗电力电源使用效率低于 1.2。

2022 年 8 月，小鹏汽车与阿里云在内蒙古乌兰察布建成全国最大的自动驾驶智算中心“扶摇”，

专用于自动驾驶模型训练。

仿真测试平台

仿真测试平台能够基于已经采集到的道路环境，构造、编辑、泛化、管理不同的环境场景作为测试用例，并将这些场景集输入到自动驾驶系统中进行测试，最后对测试结果进行评测和初步问题诊断，最终反馈给相应的算法开发者团队进行迭代。

仿真测试平台要具有**复杂工况与事故场景库**，以及**仿真调度能力**、**交通流博弈仿真能力**。

- 复杂工况与事故场景库：借助算法识别出各类事故场景、复杂工况的感知片段，应用数字孪生技术，把交通的感知数据萃取转化为自动驾驶仿真所需要的场景库。
- 仿真调度能力：依托自动驾驶仿真云原生调度系统，实现对 VTD、Carla 等仿真软件的弹性快速预加载，以及高并发联合仿真调度。
- 交通流博弈仿真能力：云上交通流仿真赋予每一个 Agent 基本的车辆行驶模型，如跟车、变道模型，能够更真实的模拟出中国特点的复杂混合交通流环境。

车云协同平台

车云协同是服务于量产车数据上云，能够在车端做“影子模式”识别出对自动驾驶算法迭代有帮助的关键场景片段，把采集的数据上传到云上。车云协同平台，包括车端和云端两部分。

- 在车端，能够基于容器部署采集 SDK，采集 SDK 对接 CANBUS、雷达、视频等数据源，具备急刹车、急避让等云端自定义的采集算子，且具备满足车上合规要求的数据脱敏加密压缩等能力。
- 在云端，能够满足在弱网环境下数据回传的监控以及时序一致性保障，能够在云端更新下发采集规则与算子，采集上来的数据与数据管理平台无缝对接，形成车云一体的数据闭环。



产业智能典型实践

随着科技的发展，越来越多的领域将产业智能技术引入到自身业务和产品体系中，加速数字化转型。政务、交通、汽车、制造、医疗、能源电力等数字化基础较好且对智能化要求较高的领域，对智能技术与能力需求强劲，阿里云联合生态合作伙伴积极展开探索与实践，在智慧政务、智能制造、智慧交通等领域形成了一批典型实践。

5.1 浙江政务服务一网通办

2020年初，浙江省委省政府提出，要加快建成“掌上办事之省”，推动政务服务从网上“可办”转向“好办、易办”。围绕这一目标，浙江省大数据局牵头，与阿里云合力建设“政务服务一网通办”项目，全面贯通各级政府部门审批系统，打造全省统一办、网上一站办、大厅就近办、基层帮你办、无感智能办的“一网通办浙江模式”。

5.1.1 政务服务管理业务痛点

传统的政务服务是将多部门业务办事窗口集中起来，设立办事大厅，浙江政务服务虽然已经建设了一网通办的平台和办事系统，但真正实现全程网办、无差别受理、同标准办理的事项数量还不多，距离“好办、易办”的目标还有较大差距，浙江省政务服务同样也面临一些痛点问题。

群众有需求	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 到政府办事，最好一次都不跑，全程网上办； ➢ 即便跑一次，也只想去最近的大厅，花最少的时间； ➢ 办事时，希望填更少的表格、交更少的材料、有更好的体验； ➢ 同一事项，希望各地、各端办理标准统一，在哪儿都能一样办； ➢ 特殊群体不会网办，要有兜底方式； ➢ ... 	基层有呼声	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 群众来大厅办事时，能在自助区办理的，就到自助区办理； ➢ 不要让窗口工作人员二次录入，系统要打通； ➢ 收件人员和审批人员职责分离，降低窗口工作人员培训成本； ➢ 提高数据共享程度，强化系统智能化水平，提升审批效率； ➢ ...
-------	--	-------	--

5.1.2 浙江政务服务一网通办：从网上“可办”到“好办、易办”

以“智能导服、收办分离、线上线下融合”为建设目标，依托浙江省大数据公共交换平台和阿里云基础设施，借助政务服务智能平台全面推进政务服务一网通办建设，实现无差别受理、同标准办理、全过程监控、“好差评”闭环，引领政务服务从网上、掌上“可办”向“好办、易办”转变。

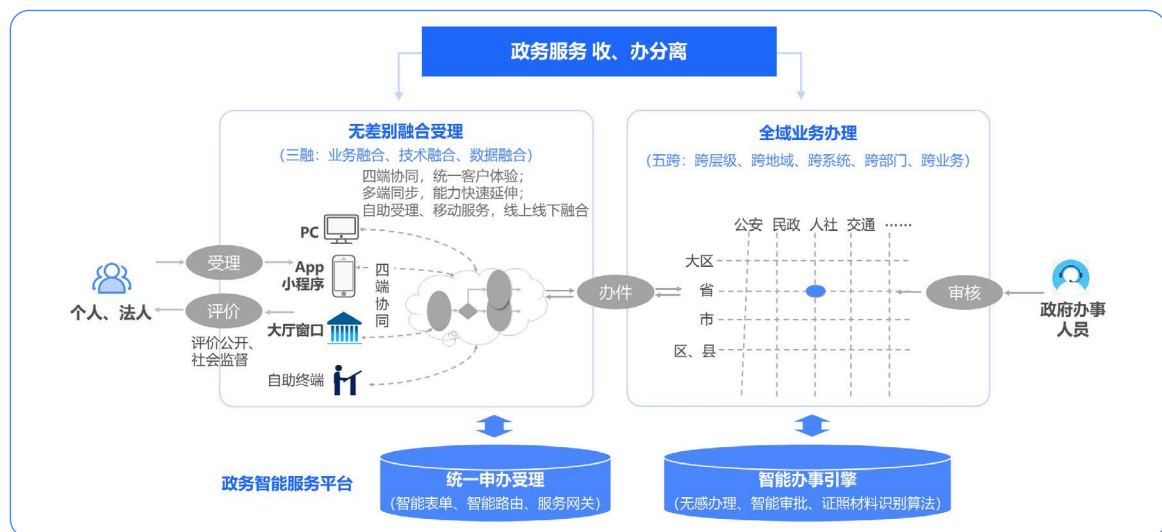


图 5-1 浙江政务服务一网通办平台架构

全面推进依申请政务服务事项标准化工作

按照‘整体智治、高效协同’理念，推动政务服务事项标准化、结构化和数字化。将全省事项标准化为 3638 项，实现一事项一表单一流程，权力运行更规范。

全面推进依申请政务服务事项接入政务智能服务平台

分阶段推动全省依申请政务服务事项接入，通过平台低代码配置话生产能力快速完成事项服务搭建，实现办件数据全量实时汇聚、办件过程全流程监控。打通事项库、统一身份认证、电子证照、印章、物流、支付等周边系统，通过浙江政务服务网、“浙里办”APP/小程序、大厅窗口和自助机等各端统一对外提供一致服务。

全面推进市县两级行政服务中心改造

持续深化线上线下融合，迭代在线预约、取叫号、边聊边办等功能，加强导服区、自助区建设，加快构建“网办优先、自助为辅、窗口兜底”的政务服务新模式，促进行政服务中心组织机构变革。

全面推进一站式集成服务、主动服务、智能化服务

通过平台智能化能力支撑政务服务业务场景创新，上线一件事一次办主题服务、智能秒办等多种智能化服务，提升群众办事体验和获得感，打造服务场景创新标杆。

5.1.3 政务一网通办助力浙江政务服务领跑全国



图 5-2 浙江政务服务一网通办的五通、七统一

基于政务智能服务平台，通过“五通”，实现“七统一”，构建了“网上一站办、大厅就近办、全省统一办”的“一网通办”浙江模式，为“跨省通办”、“全国通办”奠定基础，让企业群众办事更便捷，政府管理更高效。

产业智能典型实践

- 支撑了 3638 项政务服务事项的标准化梳理，实现省市县三级统一办事指南、统一办理流程、统一表单材料，线上线下多端体验一致、同标准办理；
- 实现了 1891 个委办局的数据接口全网共享，用标准化的办件协议打通全省 319 套部门审批系统；
- 支持事项发布在 PC、APP、自助机、大厅窗口各端同步生效上线，大幅提升了业务上线效率；
- 通过 21 个数据分析监测和分析工具有效支撑政务服务的业务运营运维，保障了浙江政务服务的长期稳定在线运行。



图 5-3 “浙里办” APP

“浙里办”实名注册用户数突破 1 亿，日均活跃用户超 300 万，全省实现“一网通办”事项 3093 个（占全省政务服务事项总数的 85%），推出“医保家庭共济”“灵活就业人员参保登记”等 160 个高频“智能秒办”事项，“出生”“企业开办”等 40 余个多部门联办“一件事”。

“一网通办”浙江模式，已经连续 3 年在国办电子政务办的政务服务评估中领跑全国，成为政务服务好办易办的标杆案例。

I 5.2 宜昌城市大脑

随着数字时代的到来，全面推进城市数字化转型，构建与城市数字化发展相适应的现代化治理体系与治理能力，已成为推进新型智慧城市、数字中国建设的关键任务。2021年5月，宜昌市提出要推动实施城市大脑建设，推动城市治理体系和治理能力现代化。同年10月，阿里云承接了宜昌城市大脑数字底座的建设，充分利用现有基础，引入先进科技技术和服务能力，助力宜昌打造城市现代治理典范样本。

I 5.2.1 城市治理面临挑战

为提升城市的智慧化水平，宜昌市积极推进数字化建设，开展了以三峡云平台为代表的数字化实践活动。但是，在技术方面仍面临技术架构不统一，多种技术路线并存，规模化扩展难度大，数据管理、人工智能能力不足的问题，亟需进一步优化升级。通过数字化手段提高城市现代化水平，让城市会思考，治理更高效，百姓生活更便利，已成为大势所趋。

I 5.2.2 城市大脑：一屏观全域、一网管全城

宜昌市前瞻性地谋划，在打造城市大脑数字底座的基础上，积极架构城市运行中枢，推动城市运行管理“一屏观全域、一网管全城”。



图 5-4 宜昌城市大脑架构图

夯实城市大脑数字底座

构建标准化、可度量的城市数据模型，支撑城市一人一企一档建设，打造城市数据中台

通过引入大数据计算引擎、城市数据模型、数据可视化分析等工具引擎，增强城市数据归集能力。借助产品化的数据计算引擎，对全量数据进行治理与建模，建成高起点、可度量、标准化的城市数据底座。此外，通过多维智能数据标签，让更多一线的业务人员可以参与到数据探索中，全面增强数据治理能力，挖掘数据资产更大价值。

打造城市信息模型 CIM 平台，充分发挥城市空间数据、物联感知数据、政务管理数据的互通共享能力

通过建设城市信息模型 CIM 平台，以三维数据模型为基础，融合“GIS+BIM+IoT”技术，构建全市统一的城市实体空间数据支撑底座和智慧城市的空间操作系统，为宜昌城市大脑搭建服务于项目的“规、建、管、养、用、维”全生命周期的空间数据智能管理平台，逐步实现数字城市与现实世界的“数字孪生”。

打造城市多业务、多维度的数字管理驾驶舱，实现城市管理精细化

基于城市信息模型平台的空间 GIS 数据，结合数字孪生仿真算法，实现 L3 级别的三维城市孪生模型的快速构建，基于 DataV 平行世界低代码开发工具进行业务逻辑开发，为宜昌市打造了涵盖安全、交通、民生、文旅、政务五大模块的驾驶舱场景，为城市管理者提供精细化管理的数字沙盘，支撑管理决策。

提供平台型可视化开发工具，帮助业务部门快速构建不同业务场景下的数据应用

通过建立一套统一的低代码开发平台，即 DataV 数据可视化开发工具，打通数据中台与 CIM 平台的数据接入共享能力，让业务部门参与到各自部门业务小脑的建设中，实现让业务人员通过可视化界面开发不同场景的业务应用，充分发挥数字底座的数据共享服务能力。

打造“一网统管”智能底座，打响“直接就办”品牌

依托城市大脑数字底座，打造宜昌数字孪生城市，建立集风险研判、监测预警、事件分派、应急指挥于一体的系统平台，破解“群众满意度低、基层一线负担重、协同治理难度大”等城市治理难题，切实提高居民生活幸福感。



图 5-5 一网统管架构图

建立面向城市治理的标准事项体系，明确城市治理内容。通过城市治理智能引擎辅助业务建立具有宜昌特色的城市治理标准事项库，从城市管理、民生服务、基层管理等各个领域完成约 1000 项事项定义，明确宜昌一网统管管什么、怎么管以及评价标准等内容，实现所有事件处置有章可依。

智能预防：开展时空场景挖掘分析，实现事件主动感知，未诉先办。通过多海量事件进行建模挖掘，结合视觉 AI 算法、城市 IoT 对全市区的人、房、企事物进行全要素分析，主动发现城市治理潜在问题，实现未诉先办。

智能协同：打造智能协同平台、构建城市事件智能派单助手，提高事件分派和处置效率。通过智能协同平台，实现了 12345、110 非警情、网格上报、物联感知等全市事件融合并进行预案处置调度，协同市 - 区 - 街道 - 社区 - 网格多部门，支撑每年数十万事件高效流转，支持智慧小区、内涝治理等多个复杂场景业务快速迭代，驱动跨层级、跨条线、跨部门高效一件事处置。

借助事件智能派单助手，宜昌实现 70% 事件智能去重、智能派单，派单时效从原来人工约 2 ~ 6 小时缩短到秒级，退单率下降超过 75%，整体处置效率提升 20%。此外通过算法模型自学习能力，实现了全链路无人工运营干预，达到智能派单功能越用越好用的效果。

5.2.3 城市大脑助力提升城市现代化水平

宜昌城市大脑的建成与使用，使宜昌城市具备更强感知力、更强协同力、更优洞察力和更高的创新力，在城市发展理念、城市治理模式、城市服务模式和城市产业发展等方面取得突破，为城市现代化治理贡献了宜昌样板。

- **显著提升城市治理水平：**城市大脑能让城市管理者全面掌握城市运行态势，提高城市运行

全过程管理能力，增强全社会协同能力，提升城市安全与应急管理能力和现代化水平。

- **助力完善民生服务体系：**宜昌公共服务领域数字化服务体系，支撑实现城市综合管理和城市公共服务的双向促进，为居民生活提供便利，切实提升了居民的满意度和幸福感。
- **推动地方产业数字化发展：**城市大脑数字底座，有利于激活城市数字创新活力，有助于推动城市“吃、住、行、游、购、娱”等数字化发展，且能为本地工业企业降本增效提供支撑。
- **建设宜网统管示范样板间：**打响“直接就办”的品牌知名度。2023年“12345热线‘直接就办’”被命名为宜昌市第五届市直机关三星级服务品牌，并以排名第一的成绩排列首位。

5.3 中国一汽数智工厂

中国第一汽车集团有限公司（以下简称中国一汽）是国有特大型汽车企业集团，2020年，中国一汽提出建设具有较强自适应特征的国际一流、国内领先汽车行业智能化标杆工厂，以满足个性化、多元化的市场需求。同年，阿里云与机械工业第九设计研究院有限公司（以下简称机械九院）达成战略合作，利用机械九院的行业经验和阿里云的先进技术，共同为一汽打造国内首个100%国产化的汽车数智工厂。

5.3.1 汽车制造面临挑战

近年来，汽车制造行业竞争的日益加剧，造车成本、质量管理、协同效率成为关注的重点。如何在保障车辆质量的基础上，通过数据和技术降低整车制造成本，提高生产制造和组织协同效率已成为企业面临的首要难题。传统手段往往依赖于精益生产管理理念，实践方面却困难重重。传统IT系统的质量检验方案也难以满足大数据时代对质量预测、追溯等要求，数据、业务、组织之间连通性差也导致企业协同分析决策面临较大阻碍。

5.3.2 一汽数智工厂：“智造”新标杆

阿里云联合机械九院提出汽车数智工厂解决方案，以数据为引擎，实现汽车制造核心业务的数字化、价值化、创新化。数智工厂将单体智能的汽车数智工厂演进路线，整合成整体智能和协同智能演进路线，为一汽汽车制造全面提供实时在线、及时分析、智能决策的智能制造平台。



图 5-6 一汽数智工厂架构图

基于统一数据模型打造数采平台

基于阿里云 IoT 技术能力构建数采平台，完成对汽车生产制造过程中多源、异构、海量数据的实时采集、协议解析及边缘计算，实现工业设备与智能管控系统之间的感知互联。

搭建具有汽车行业属性的数据中台

应用数据中台技术，为一汽工厂提供全域数据汇聚、数据融合加工、全面数据管理能力，支撑数据模型快速构建，实现对数据的全生命周期治理。

构建高效自决策的工业 AI 算法控制平台

依托阿里云智能控制融合 AICS 构建 AI 平台，内置丰富的工业控制组件，提供强大的算法训练、模型调优、控制优化等平台功能，提供多变量系统控制优化能力及非线性系统控制能力等核心能力。



图 5-7 重点环节虚实互联互动

打造高可用工业可视化数字孪生平台

打造数字孪生 DTwin 平台，集成高度融合模块化的可视化框架引擎、数据智能算法等可视化技术，高效实现汽车工厂数字孪生和数字样车系统，提升工厂生产运营效率。



图 5-8 汽车总装产线的数字孪生图

5.3.3 一汽数智工厂助力制造转型升级

一汽数智工厂在国内首次系统性的将物联网、大数据、人工智能技术嵌入到汽车制造核心环节，实现工厂中的两万台设备的实时在线，完成现实生产在数字世界里的孪生实时联动，全面助力汽车的柔性、高品质智能化生产。

- **国产化自主创新：**自主研发了从数据汇集到智能决策的全系列软件产品，实现了智能汽车工厂全链路技术国产化，自主可控的数智化汽车工厂得以真正落地。其中，AICS、DTwin、IoT 等产品应用开创了汽车行业使用国产软件替代进口的先例。
- **数字化全面运营：**将汽车制造技术和数智化技术深度融合，通过数字化运营实现制造核心业务的价值化和精准化。例如，通过数字样车技术构建汽车产品及其制造全过程的数字孪生空间，通过虚实互动提高运营效率。
- **智能化实时决策：**打造了能实时调控、综合分析、智能决策的多项车间级人工智能产品。例如，推动焊点质量预测的智慧等级和前瞻性达到国际领先。
- **柔性化弹性生产：**将物联网、大数据、人工智能等技术渗透到“冲、焊、涂、总、电”等全部制造环节，有效提高其弹性应对能力，实现对柔性生产模式的强大支撑。

I 5.4 宁波舟山港梅山港区

宁波舟山梅山岛国际集装箱码头（以下简称梅山港）拥有 8 个集装箱船泊位、1 个滚装船泊位建成使用，2 个集装箱泊位在建，预计年集装箱吞吐量可超 1000 万 TEU，有望成为全球第四个“千万级”单体集装箱码头。作为超大型传统集装箱码头，2021 年，梅山港提出打造形成港区全域智能化、生产作业全过程智慧化、运营管控精准化、对外服务敏捷化的智慧、绿色、安全、高效的世界一流港口。

I 5.4.1 港口转型升级面临挑战

疫情期间，我国进出口贸易出现较大波动，而港口装卸效率无法满足吞吐量的弹性变化，导致梅山港稳定的服务能力面临挑战，转型势在必行。

集装箱码头进出口作业量大，大型专业设备多，作业时效要求高，业务场景和流程复杂。传统的“全自动集装箱码头”建设方案需要从基建统一考虑，存在成本高、难度大和周期长的特点，而港口企业希望通过较小的成本、较短的时间提升港口的综合运行效率，亟需新的技术方案破解该难题。

I 5.4.2 宁波舟山港梅山港区智慧化升级

2020 年，梅山港开始基于阿里云产业智能打造智慧港口，依托云计算、人工智能、数字孪生等技术，构建形成了企业宣传、业务可视化、管理驾驶舱、应急指挥、系统集成 5 大核心主题在内的功能应用，动态、真实展示梅山港区生产运营全流程，为港区日常生产经营和管理决策提供全面智能化支撑，为港口高效运行提供重要保障。



图 5-9 梅山港区智慧化升级总体架构图

建立数字孪生港口，提升港口全生命周期运营能力

通过构建数字孪生港口，对场站运行的实时数据进监控和管理，帮助梅山港实现边运营、边建设、边改造的运营模式。



图 5-10 宁波舟山港梅东码头数字孪生可视化平台

建立一站式管理驾驶舱，实现港口运营数据的高效管理与应用

根据梅山港客户业务现状、管理需求以及未来发展需要，建设一站式管理驾驶舱，并提供丰富的可视化分析手段，以及专业的分析算法和数据模型，辅助各部门在多源、异构、海量的数据中挖

掘数据价值，支撑管理层决策。



图 5-11 港区运营驾驶舱

建立应急指挥监控处置平台，实现港口应急事件的精准防控

通过港口的数字孪生场景追踪危险品外集卡预约进港、进港审核、外集卡路径、堆场落箱以及堆存环境监测等全流程环节。在发现危险物品或事件时，可联动危险货物安全管理可视化系统、安全事故应急指挥系统、防台抗台指挥系统进行指挥处置，实现信息直观可视、预警实时智能、处置规范高效等作用。

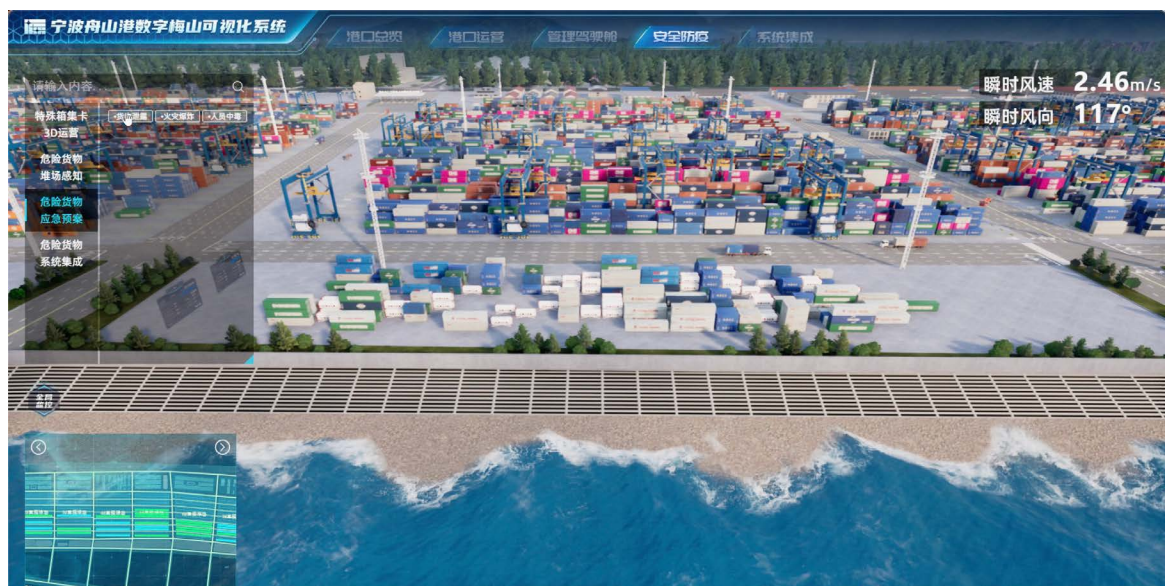


图 5-12 港区安全管控

5.4.3 港区智慧化助力港口提速增效

宁波舟山港梅山港区智慧港口解决方案汇聚生产研发、设备管理、集卡定位、气象水文、环境感知等日均千万条在线生产数据源，同时融合了船舶 AIS 系统，远控设备管理系统，智能集卡云控系统，危货管理系统等多个系统，精准还原了梅山港区陆域面积超 320 万平方米的集装箱作业场景。

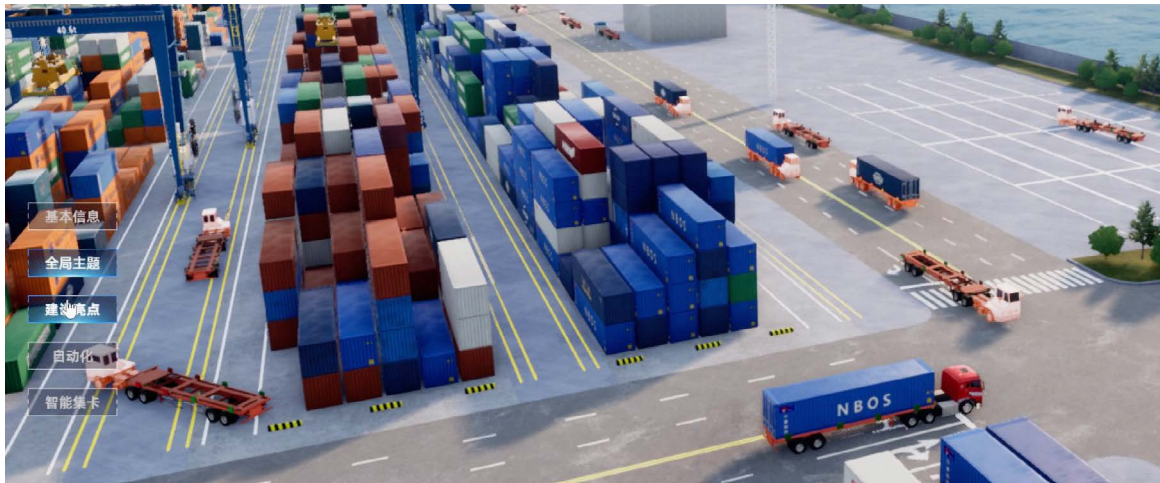


图 5-13 码头整体运行效率提升

该方案为港区提供设备车辆高精度定位、港区车路协同、全局智能调度、数字孪生可视化运营，对港口的每一个桥吊、每一辆集卡、每一个堆场的龙门吊等进行实时管理，港区多种运输设备感知及多种异常事件识别的精准度可达 98% 以上，码头整体运行效率显著提升。

5.5 成宜智慧高速

成宜高速是成都到宜宾的高速公路，线路全长约 157 公里，是国家高速公路网成渝环线高速公路重要路段，也是成都平原经济区联系川南经济区最便捷的南向出川大通道。作为四川省交通强国试点省份实施方案中的重点项目之一，成宜高速于 2020 年 12 月 31 日正式通车，成为我国第一条车路协同全覆盖的智慧高速。

5.5.1 高速公路运营管理面临挑战

高速公路运营需要大量的人力、物力，且交通拥堵、事故、救援等一直是困扰高速公路的难题，对于多隧道、多雾的成宜高速而言，如何“经济、安全、高效”提升高速公路通行效率面临挑战。

传统的信息化方式侧重于交通信息采集、传递及数据化、可视化展示，但对数据缺乏关联和深度分析，难以支撑车辆协同、诱导管控等复杂场景，不能满足现代化高速体系建设。

5.5.2 成宜智慧高速：看的更清，反应更快，服务更好

成宜高速通过全程布设视频、雷达、气象、温度、路面积水、光照、能见度等多种传感器，利用物联网、AI 感知、北斗高精度定位、数字孪生等创新技术，对所有设备进行统一管理和控制，实现了对高速公路人、车、路、环境、事件的智能、全时、全天候识别和监测，让车主从 App、高德等渠道获得实时路况精准推送，全面提升高速出行体验。

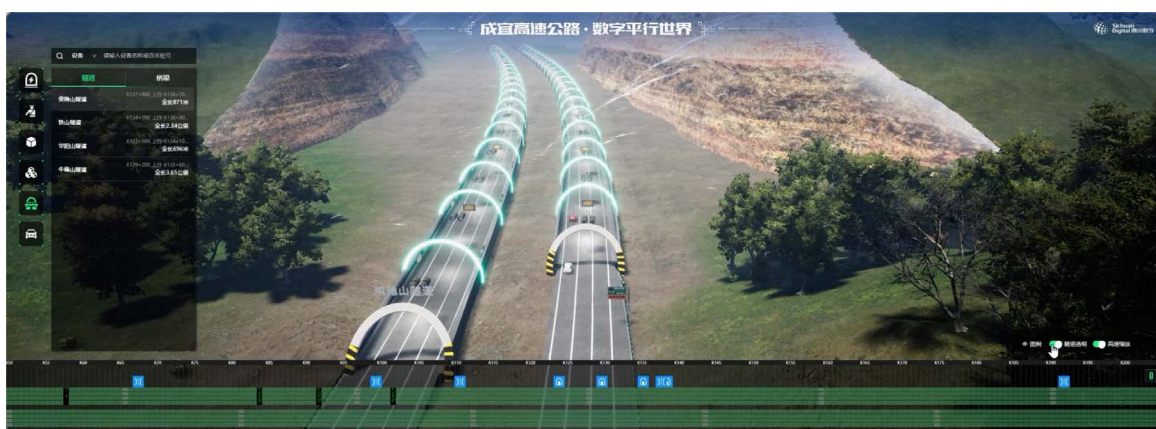


图 5-14 成宜高速某隧道的全景透析

“全息瞳”系统让智慧高速看得更清

面对成宜高速多隧道、多云雾的特殊环境，阿里云研发了“全息瞳”系统，实现对成宜高速全路段实现无间隙监测。借助软硬件部署和算法优化，“全息瞳”系统可以对人、车、环境，实现全量、全天候、全程的精准感知，并能对异常停车、大雾天气等交通异常事件进行及时、有效的识别和智能决策。



图 5-15 “全息瞳”系统对雨雾天气进行模拟

“全息瞳”系统让智慧高速反应更快

全息瞳实现了全面的高速公路对象数字化、毫秒级全场景感知、车辆全轨迹数字化、三维上帝

视角等的四大创新，显著提升了成宜高速基础设施的数字化率，结合“全息瞳”的全自动工单处理等软实力，进一步提高了应急指挥效率、道路通行能力、公众服务能力，让成宜高速不仅“看得清”，而且“反应快”。

“知易行”应用让智慧高速服务更好

为了提高用户高速出行体验，基于智慧高速能力研发了一款出行服务 App “知易行”。知易行融合了高德地图的能力，为用户提供“厘米级高精定位 + 毫秒级车道巡航”服务，并且其可把路端的场景完全投射到用户的导航界面中，让用户借助数字化场景感受外界行车环境，获取拥堵原因等信息，减少大雾、夜间等外界因素影响，实现真正的全天候通行。



图 5-16 知易行高精地图导航示意图

5.5.3 智慧高速让蜀道不在“难”

成宜高速智成为“中国第一条全线覆盖车路协同”的智慧高速，实现高速路治理效率、企业协同效能、公众服务水平、道路感知能力、车路协同能力、数字孪生能力等大幅度提升。全息瞳和知易行应用为用户提供了车道级的服务，以及全天候的毫秒级的伴随式服务，在提高高速事故办案效率的同时，也大幅降低了事故的发生率，极大提升道路的通行体验。

- **交通治理效率提升：**交通事故数量下降 20%， “零事故” 天数从每周 0.5 天提升到 1.8 天；事故处置效率提升 40%，交通事故处置时间平均缩短 45 分钟；安全治理能力提升 40%，交通违章治理数量增加 2 倍。

- **企业协同效能提升：**事件处置能力提升 80%，日均重点事件处置数量提升 100 倍；监控巡检效率提升 60%，人工巡检班次从每天 3 班减少为 0；路产赔付效能提升 60%，路产赔付处置时间从 3 天减少到 3 小时。
- **公众服务水平提升：**道路救助能力提升 120%，公众主动救助服务次数增加 2 倍；路段通行效率提升 80%，道路通行平均速度提升 14%；信息发布质量提升 100%，安全预警信息精准发布次数提升 60%。

I 5.6 某大型赛事活动交通安保一体化

国际某大型赛事的交通保障涉及 32 个场馆、32 个服务设施、60 个注册酒店、90 个工作人员驻地。赛事期间，90 多个国家和地区的 1 万余名运动员在北京主城区、延庆区及张家口之间频繁往返。运动员、随队官员、技术官员、转播商、新闻媒体等相关工作人员均需进行交通出行必要保障。此外，北京城市居民日出行总量约 4032 万人次。综合来看，城市交通、涉奥交通等出行面临巨大挑战。

I 5.6.1 大型赛事活动下城市交通安保面临挑战

在赛事活动保障方面，交管局既要保障好涉赛事活动的交通出行，也要平衡好北京市民的日常出行需求。如何全面掌握城市交通运行情况，如何合理制定交通管控措施最大化降低对于市民日常出行的影响，如何在不同场景下及时了解、处理道路上发生的突发情况，是摆在交管局面前的难题。

I 5.6.2 某大型赛事交通安保一体化方案

为了做好赛事期间的交通保障，交管局联合阿里云打造的某大型赛制安保一体化平台。针对圣火传递、开闭幕式、赛事期间的交通特点，平台对闭环内和社会面交通情况进行场景化监测分析、调度展示，保障赛事期间城市交通和物资运输正常有序。

平台融合了交管数据、视频数据、气象数据、交通运输数据、赛事赛程数据、三维场馆数据、二维地图数据、互联网路况数据等多领域共计 14 大类交通数据，具备强大的数据处理和计算能力。

以虚拟实

平台基于北京数字化路网结合高精路网，对各类交通设备设施数据进行时空关联，同时结合赛事场馆三维高精模型、城市建筑高精模型，对赛事场馆周边静态交通进行精细刻画，实现对城市道路等基础设施的全面数字化建模。



图 5-17 2022 某大型赛事开幕式交通态势监测

以虚映实

通过多元传感器对机动车、非机动车、天气、地面等数据采集对城市运行状态的充分感知、动态监测，形成对实体交通动静体的精准信息表达和映射，实现对于交通运行全天候的精准数字化。

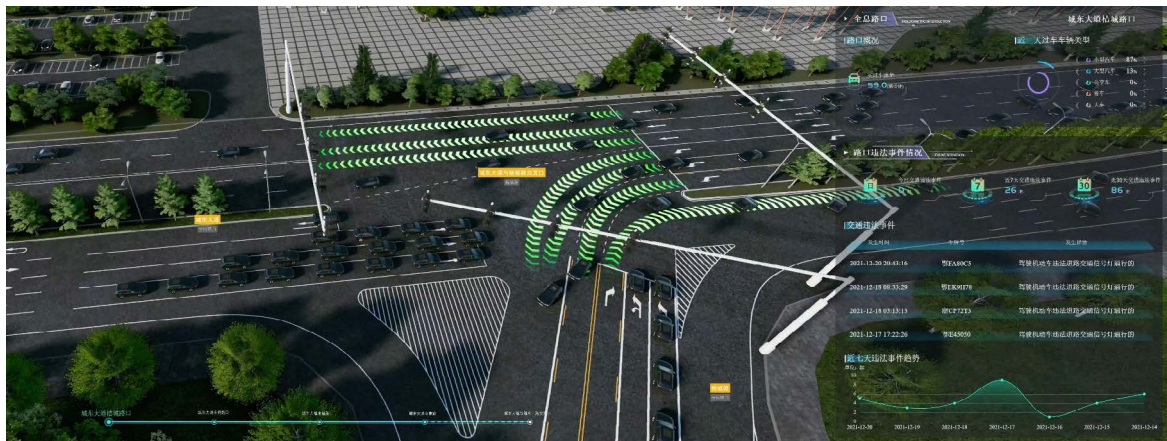


图 5-18 数智路口

以虚推实

数字孪生仿真平台利用大规模路网仿真技术提供“多角度、多度量、多分析”的全息式影响分析，为交通管理决策增加数据辅助优势。在赛事保障中，重大活动安保区域路网的与全市路网的仿真实现宏观的交通流量和交通拥堵预测分析，重大活动涉及的路网路段的仿真实现中观分析，重点交通枢纽及场馆内部的客流的仿真分析实现了微观分析。通过宏中微观一体的方式，有效保障了仿真的高效性、准确性和实时性，提升重大活动交通智能管控能力。



图 5-19 交管措施实施预演仿真

以虚控实

通过虚实交互，在交通虚拟空间可搜索各类信息，如场馆周边停车位、最佳路径、警员位置等。结合指挥系统、交通信号控制系统将推演方案与现实控制系统对接实现以虚控实，通过提供合理可行的对策建议，以未来视角智能干预交通原有发展轨迹和运行，进而指引和优化实体交通的规划、管理、改善交通服务供给，实现真正的重大活动安保智慧的智能化。



图 5-20 2022 赛事活动专用车道提示

5.6.3 交通安保一体化护航赛事圆满成功

该大型赛事交通安保一体化平台是数字孪生仿真技术在城市智慧交通的一次成功的验证。其成为了赛事活动举办期间交通管理的主要平台，对赛事活动期间交通出行情况进行了精准高效管理，圆满完成了 16 天赛事交通保障工作，保障了赛事期间城市交通和物资运输的正常有序。

- 实现北京市交通数字化管理，对赛事活动闭环内交通、市民社会面交通进行了有效感知和监测，保障了 2022 年春节后北京市超过 4000 万人次的交通出行需求。

▀ 产业智能典型实践

- 平台服务超过 100 个赛事交通出行场景，根据重要场景的交通特点仿真推演交通运行和影响，制定合理的交通管理措施，保障各场景下的有序出行。
- 平台实时刻画还原场馆交通运行，业务系统联动闭环，提升 80% 视频数据的利用率，及时掌握处理交通突发事件，实现处置效能提升 10%，拥堵指数下降 10%。





总结与展望

数字经济时代，产业智能将对政务服务、交通运输、生产制造、能源电力、医疗健康、自然资源等领域带来积极而重要的变革，对企业的原有业务流程、组织管理、设备管理、商业模式、产业链供应链协同等带来深刻的影响，已然成为促进产业数字化升级的核心动力。当前，产业智能技术体系初步建立，涌现一批行业级的智能平台和业务应用平台，帮助和带动大、中、小型企业成长。但是由于我国产业规模大、覆盖范围广、行业领域多、体系结构全等特点，产业智能的应用与发展仍面临诸多挑战。要充分释放产业智能的引擎作用，建议从基础设施、技术、场景应用、人才和生态等方面夯实基础，共同助力产业高质量发展。

加快推进新型数字基础设施建设。新型数字基础设施发挥着经济赋能的关键作用，通过优化相关布局、结构和功能，能有效促进传统与新兴产业数字化转型升级。以云计算、智能计算为代表的新型算力基础设施，是“数据+算力+算法”三轮驱动快速发展的基石，是构建智能化服务和应用加速器，具备深度的纵深渗透以及显著的集约整合能力，对有效打破信息界限、知识界限、产业界限、空间界限，促进供需互动、产业跃升等方面具有显著优势。

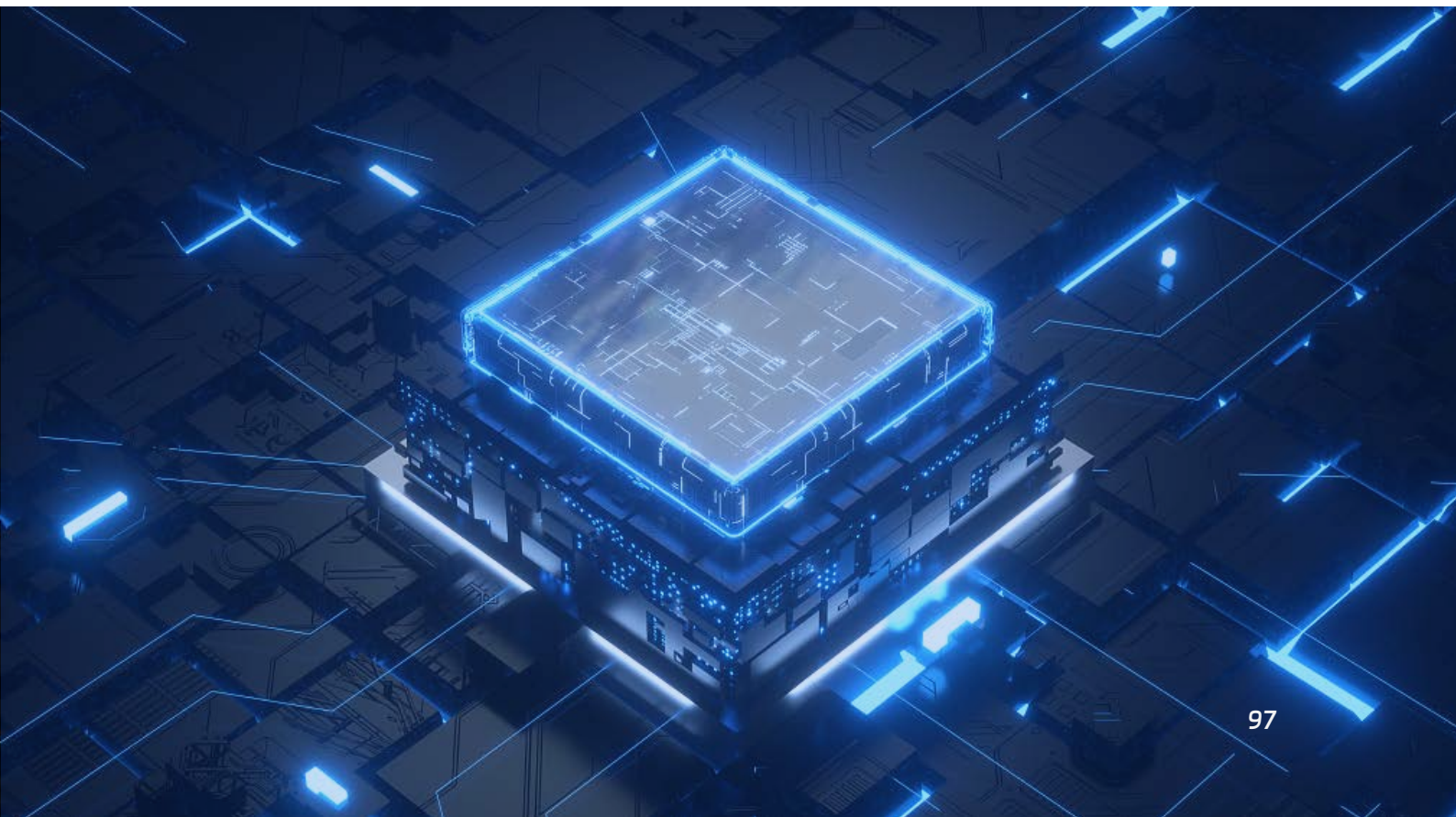
加速突破 AI 大模型的创新与应用。AI 大模型的出现是划时代的里程碑，推动人类进入全新的智能化时代，大模型将会在各行各业中广泛应用，带来生产力的巨大提升，深刻改变人们的生活方式。MaaS（Model as a Service，模型即服务）的发展路线将成为主流，将显著降低大模型使用门槛，扩大应用场景，帮助千行百业解决实际应用问题。未来，企业可以依托大模型的能力，结合自身场景应用和知识体系，训练专属的企业大模型。例如，每个企业都可以打造自己的智能客服、智能导购、智能语音助手、文案助手、AI 设计师、自动驾驶模型等。

加快构建高水平产业智能人才体系。人才是产业智能发展的关键要素，产业智能人才不足制约数字化发展进程。产业智能技术快速迭代更新，单纯依靠高校、科研机构、企业等任何一方都不能满足社会需求。产业智能人才体系的培养需要各方合力，形成产学研一体的格局，并且重点发挥产业界实践优势，生态合作优势，加速培养具备全方位能力的高素质人才，弥补人才与市场脱钩、发展路径不稳定等问题，以极具前瞻性的方式完善产业智能人才培养体系。

深化场景应用促进产业数字化发展。跨界融合，注重产业智能与政务、交通、制造、能源、医疗等领域的结合，合规有序推动政务数据、公共数据、企业数据、互联网数据等融合共享，打造行业级应用场景示范，以应用促创新、促发展。例如，在制造领域，联合多方力量，打造离散型、流程型、个性化定制等智能制造新模式，推动智能生产线、数字化车间、智能工厂等建设；在交通、港航、医疗、能源等领域，深化数字孪生、人工智能等技术的应用，提供面向终端用户的智慧化服务，助力培育智能化现代服务业。

着力培育合作共赢的产业数字生态。科技竞争的本质是创新生态的竞争。未来，要充分发挥产业智能技术体系的领先优势，发挥科技龙头企业带动作用，健全多方参与、协同共治的产业智能技术与服务体系，构建形成互促共进的数字生态，共同为用户提供经济、高效、便捷、绿色和安全的

智能化服务。在实践中，凝聚生态伙伴力量，增强产业智能领域交流合作，在保障安全和隐私前提下，以科技推动产业数据有序共享与综合应用，推动行业级数据平台和业务平台的建设，激活数据要素潜能，助力数字化走深向实。



研究团队

本研究由阿里云计算有限公司、中国信息通信研究院产业与规划研究所联合完成，再次对给与研究指导和支持的专家委员以及项目组成员致以感谢！

指导委员

刘高峰

中国信息通信研究院产业与规划研究所副所长
高级工程师

刘湘雯

阿里云智能市场总裁

曾震宇

阿里云智能副总裁
行业解决方案研发部总经理

编写组长

肖 剑

阿里云研究院行业研究中心主任

刘小林

中国信息通信研究院产业与规划研究所副主任
高级工程师

编写组

阿里云计算有限公司

崔维平、李倩倩、张辉、王浩、张磊、许芮兢、张瑜

中国信息通信研究院

尉青锋、周旗、闫嘉豪、王潇

致谢

在本研究报告撰写期间，亦得到以下单位对研究调研和编写提供的大力贡献和支持，特此感谢！

浙江省大数据发展管理局

宜昌市政务服务和大数据管理局

宜昌恒泰大数据产业发展有限公司

机械工业第九设计研究院股份有限公司

四川数字交通科技股份有限公司

关于我们

阿里云研究院

阿里云研究院是企业型研究智库，以“立足科技、洞察行业、研判趋势、传播心智”为愿景，探讨战略性、全局性、前瞻性 ICT 热点问题。研究方向以新一代云计算体系为核心，涵盖云计算、网络通信、人工智能、大数据、物联网、安全技术等数字经济新领域，总结和分析产业最佳商业实践，形成普遍适用的数字化转型方法论。关注前沿科技动态、数字经济发展、数字创新变化、数字治理趋势，输出理论和实证研究报告、案例和指数分析等多类型研究产品。

中国信息通信研究院产业与规划研究所

中国信息通信研究院产业与规划研究所（简称规划所）是中国信通院规划咨询业务核心单元。在中国信通院长期发展愿景和总体科研业务布局基础上，规划所聚焦大政策、大通信、大数字化、大安全业务框架中的重点领域，集中全所资源和能力，深入挖掘，前瞻布局，形成了以科研支撑业务，以业务促进科研的良性发展生态，培育出一批品牌业务，构建国内信息通信技术领域唯一打通战略与政策、新技术研究、标准研制、试验验证、产业推进的全链条创新平台。规划所多年来持续支撑国家信息通信领域重大战略政策的制定、工作开展，重点支撑工信部、网信办、发改委等部委开展前瞻性研究，出台多项政策文件，落地实施多项重大任务。



链接行业数据与算力 助力行业智能化创新

联系我们

李倩倩 阿里云行业解决方案研发运营总监 cheryl.lqq@alibaba-inc.com

崔维平 阿里云研究院高级研究员 cuiweiping.cwp@alibaba-inc.com