



数字连接白皮书



中国信息通信科技集团有限公司

2021.11

目录

前言	1
1. 数字经济新时代的到来.....	2
1.1. 数字经济蓬勃发展驱动了新基建的开展	2
1.2. 以信息基础设施为代表的新型基础设施建设为数字经济发展奠定基础	3
2. 以信息基础设施建设驱动数字连接发展.....	4
2.1. 推动终端物联网向感知基础设施演进	5
2.2. 以“双千兆”目标为引领构建网络基础设施.....	6
2.3. 以新型数据中心构建算力基础设施	8
2.4. 以 AI 等新技术牵引新技术基础设施发展.....	10
3. 数字连接应用与实践.....	12
3.1. 新型光纤传感技术在感知基础设施领域应用.....	13
3.2. 智慧光网构建数字连接坚实基础.....	15
3.3. 构建绿色、低碳新型数据中心	18
3.4. 人工智能等新技术赋能产业数字化	20
总结与展望.....	22

前言

随着新一轮科技革命和产业变革在全球深入发展，5G、云计算、物联网、人工智能、大数据等新一代信息技术深度融合催生了数字经济的诞生。在数字经济蓬勃发展的背后离不开新基建的支撑。新基建强大的技术能力一方面可以助推传统产业与信息技术融合，实现生产要素的智能化配置和产业供给质量的进一步升级，提供新的发展方向；另一方面也可以帮助产业链整合上下游优势资源，为形成双循环经济格局提供强大支撑。

新基建是数字经济高质量发展的新动能，以信息基础设施为代表的新型基础设施建设为数字经济发展奠定基础，带动了融合基础设施和创新基础设施的发展，从而为数字经济发展提供了源源不断的动力。新型传感、光网络、数据中心和人工智能是信息基础设施建设的要素。新型传感是泛在物联网的“触角”，光网络是信息基础设施的高速公路；数据中心提供云计算和存储服务，让计算无处不在；AI 对数据进行挖掘、分析和决策，是提供智能化服务的关键。数字连接是沟通、融合这些要素的桥梁与纽带，以数字连接为目标驱动信息基础设施建设和发展，为数字经济发展夯实了基础，并注入了持续的动力。

中国信科此次发布《数字连接白皮书》秉承新时期创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，以新一代信息通信技术创新为核心驱动力，构筑灵活智能、绿色低碳、开放共享的信息基础设施，推动行业数字化转型和数字经济持续健康发展，为我国建设网络强国、数字中国贡献力量。

1. 数字经济新时代的到来

2021年是“十四五”规划和2035年远景目标纲要开局之年，开启了数字建设新征程，掀起了一轮数字经济新浪潮。根据中国信息通信研究院相关数据显示，2020年我国数字经济规模达到39.2万亿元，增速高达9.7%，占GDP比重达到38.6%，成为推动国民经济持续稳定增长的关键动力。5G、人工智能、大数据等新一代数字技术在加速融合运用，各行业数字化转型在加速落地推进，从技术融合、到产品融合、再到业务融合，进而带来行业间的跨界融合，新应用、新模式、新业态不断浮现，为数字产业和传统产业均带来重大机遇与挑战。

1.1. 数字经济蓬勃发展驱动了新基建的开展

数字经济的蓬勃发展体现在人们的生活、生产等方面。在生活领域，人们的购物、娱乐、办公和教育迅速从线下转为线上，在线办公、在线教育、网络视频等数字化新业态新模式快速发展。用户需求的巨大网络效应带来了一系列广泛的创新，电子商务、网络支付、共享单车、人工智能等新兴领域正迅速重构每一个中国人的生活方式，从而形成日常生活中的数字浪潮。在生产领域，大量企业利用大数据、互联网等加强供需对接、高效生产和统筹调配，数字经济在减少人员流动、降低疫情传播风险、满足人们生产生活需求、稳定经济增长等方面做出了重要贡献。工业互联网通过人、机、物的全面互联，实现全要素、全产业链、全价值链的全面连接，对各类数据进行采集、传输、分析并形成智能反馈，推动形成全新的生产制造和服务体系，优化资源要素配置效率，充分发挥制造装备、工艺和材料的潜能，提高企业生产效率，创造差异化的产品并提供增值服务。

数字经济蓬勃发展的背后对应的是千行百业的数字化转型，推动数字经济持续和规模发展的背后离不开新型基础设施建设的支

撑。建设新型基础设施，短期来看可以拉动投资和经济增长，长期来看可以培育经济增长新动能、提升科技创新实力和公共服务能力，是我国实现转型升级进行高质量发展的必由之路。

建设新型基础设施，是我国立足当前、着眼未来的重大战略部署。《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“构建系统完备、高效实用、智能绿色、安全可靠的现代化基础设施体系”，“统筹推进传统基础设施和新型基础设施建设”，“加快建设新型基础设施”，“围绕强化数字转型、智能升级、融合创新支撑，布局建设信息基础设施、融合基础设施、创新基础设施等新型基础设施。”

1.2. 以信息基础设施为代表的新型基础设施建设为数字经济发展奠定基础

如图 1-1 所示，“新基建”涵盖三大领域。一是融合基础设施，主要是指深度应用互联网、大数据、人工智能等技术，支撑传统基础设施转型升级，进而形成融合基础设施，如智能交通、智慧能源等。二是信息基础设施，主要是指基于新一代信息技术演化生成的基础设施，如新一代通信技术基站、物联网、工业互联网、卫星互联网为代表的通信网络基础设施，以人工智能、云计算、区块链等为代表的新技术基础设施，以数据中心、智能计算中心为代表的算力基础设施等。三是创新基础设施，主要是指支撑科学研究、技术开发、产品研制的具有公益属性的基础设施。



图 1-1 新型基础设施三大领域

2. 以信息基础设施建设驱动数字连接发展

国家发展改革委在对新型基础设施的概念作进一步阐释时，将新型基础设施定义为三大类，其中信息基础设施即基于新一代信息技术演化生成的基础设施，主要包含以 5G、物联网、工业互联网、卫星互联网为代表的通信网络基础设施，以人工智能、云计算、区块链等为代表的新技术基础设施，以数据中心、智能计算中心为代表的算力基础设施等。

基础设施作为经济社会活动的基础，本质上是一种社会传输网络系统，主要由通道及其节点组成，连接是其本质特征。基础设施通过连接不同的地区、不同的民众和不同的服务，来传输物品和人们自身，从而实现位置的转移，或者来传输水、电、气和信息，从而使人们获得公共服务。随着数字经济时代的到来，信息成为越来越重要的传输对象。如图 2-1 所示，信息基础设施建设以“云-网-边-端”的建设和协同为抓手，构建信息网络的立体“交通体系”。其中网是基础，光网络、IP 承载网等构建了高速通道和连接通道，5G 和宽带光接入网则覆盖了用户连接。云是核心，数据中心所涵盖的计算、存储基础设施以及基于新技术形成的平台类基础设施构成了应用和服务的基础，是信息基础设施的“仓储”。边缘计算的就近和按需部署，进一步将服务贴近于用户，构成了信息基础设施的“高速公路服务区”。终端由传统用户终端、物联网终端进一步向感知、传感单元扩充，为数字连接向千行百业进行延伸提供了无限可能。



图 2-1 云网边端协同构建新一代信息基础设施

以信息基础设施建设驱动数字连接发展，加强了数据资源畅通

流动、开放共享，为城市数字经济、数字政府、数字社会发展建设提供了新动力，为数字经济的发展提供了强大的数据运力和数据算力。包含终端物联网、通信网络基础设施、数据中心和以 AI 为代表的新技术基础设施则奠定了数字产业发展的基础。

2.1. 推动终端物联网向感知基础设施演进

物联网是以感知技术和网络通信技术为主要手段，实现人、机、物的泛在连接，提供信息感知、信息传输、信息处理等服务的基础设施。当前已广泛应用于社会管理、环境监测等领域，但建设和应用多为行业主导，呈碎片化，公共性不强。在工业和信息化部等部门联合下发的《物联网新型基础设施建设三年行动计划（2021-2023年）》中明确指出：我国物联网产业发展仍然存在一些需要持续推进解决的问题。一是关键核心技术存在短板。感知、传输、处理、存储、安全等重点环节技术创新积累不足，高端传感器、物联网芯片、新型短距离通信、边缘计算等关键技术仍需加大攻关力度。二是产业生态不够健全。我国物联网企业竞争力不高，具有生态主导能力的领军企业较少，产业链上下游的交流协作程度低。三是规模化应用不足。现有物联网基础设施建设规模小、零散化，广覆盖大连接的物联网商业化应用场景挖掘不够，应用部署成本较高。四是支撑体系难以满足产业发展需要。标准引领产业发展的作用不强，物联网安全问题仍然严峻，相关知识产权、成果转化、人才培养等公共服务能力不足。解决上述问题，要进一步加强政策引导，汇聚合力，协同推进物联网技术创新、产业生态建设、重点领域应用推广和安全等工作。

现阶段散落在各行业和领域的传感设施建设多数是烟囱型，缺乏统一的终端标识、数据标准、建设规范，感知数据多为独家使用，还不是基础设施。如图 2-2 所示，通过构建统一的物联网开发平台、应用平台，实现横向泛行业连接，借助应用平台为不同群体提供感知数据服务，实现感知设施从私有设施向公共基础设施的转变是推

动终端向感知基础设施演进的关键所在。

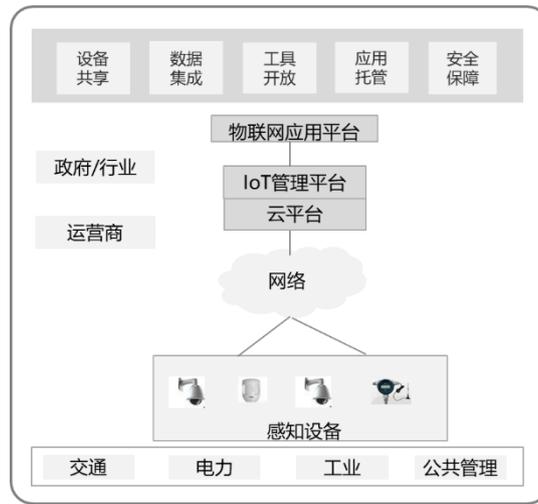


图 2-2 终端物联网向感知基础设施演进

以政府或者行业推进建设区域性物联网连接管理平台和物联网应用平台，建立统一连接协议和数据交互机制，推动建设城市级、行业级、城市群级的物联网综合管理平台和应用平台，探索构建统一的物联网平台、数据规范，实现感知数据共享，逐渐将终端物联网设施转变为公共的感知基础设施是丰富数字连接数量、壮大数字经济发展的必要措施。

2.2. 以“双千兆”目标为引领构建网络基础设施

光网络已经历了几十年长期发展，为信息化社会的构建打下了坚实的网络连接基础。如同交通网络是人们日常生活高度依赖的基础设施一样，光网络已成为信息社会的基础设施，人类社会正依托光网络迈进智能化和万物互联的时代。随着“宽带中国”、“智慧城市”的发展以及 5G 网络和应用的规模部署，网络和信息服务的领域不再局限于普通公众用户，越来越多的行业和应用依靠通信网络获得新的发展。为应对网络流量、连接和规模的快速增长，万兆无源光纤网络、Wi-Fi6、超 100G 传输、可重构光分插复用/光交叉连接、软件定义网络、网络功能虚拟化、云计算、大数据、人工智能、数字孪生等新兴技术不断涌现，驱动光网络开始新一轮的大变革。

在工业和信息化部印发的《“双千兆”网络协同发展行动计划（2021-2023年）》中明确提到，以5G、千兆光网为代表的“双千兆”网络是制造强国和网络强国建设不可或缺的“两翼”和“双轮”，是新型基础设施的重要组成和承载底座，在拉动有效投资、促进信息消费和助力制造业数字化转型等方面发挥着重要的作用。以5G和千兆光网为代表的“双千兆”网络，能向单个用户提供固定和移动网络千兆接入能力，具有超大带宽、超低时延、先进可靠等特征。千兆光网采用固定光纤连接，具有传输带宽大、抗干扰性强等优势，更适合室内和复杂环境。5G网络具有灵活性高，方便易用等技术优势。二者互相补充，互相促进。推进5G和千兆光网协同发展，从支撑宏观社会经济发展看，可以拉动有效投资，促进信息消费，为高质量发展提供新动能，带动生产和消费，在加快构建国内大循环为主体，国内国际双循环相互促进的新发展格局中发挥重要作用；从支持产业数字化转型看，“双千兆”网络有力支持制造、交通、医疗、教育、港口等垂直行业应用市场培育，给传统企业带来生产方式、经营管理的数字化变革，催生诸多新模式新生态，带动工业互联网、智能制造、智慧城市、智能家居等各个领域的创新创业，为赋能经济社会数字化转型注入新动力；从满足人民美好生活需求看，“双千兆”网络和每个人都息息相关，网络更快了，能力更强了，连接更便捷了。在线会议、视频直播拉近了人与人的距离；直播带货、线上销售、VR应用丰富了人们的消费；在线教育、远程医疗让高质量的公共服务随身可得，无处不在的高速网络和快速发展的新业务和新应用正改变着人们的生活。

《行动计划》结合网络发展和产业现状制定了2021年阶段目标和2023年目标，提出了六个专项行动19个具体任务，分别从网络建设、承载增强、行业赋能、产业筑基、体验提升、安全保障六个方面着力推动“双千兆”网络协同发展，其中“广覆盖”、“强基础”和“行业融合赋能”是推进以光网络为底座的网络基础设施建设的关键。

第一，“广覆盖”。一是持续扩大千兆光网覆盖范围。在城市及重点乡镇进行 10G-PON 设备规模部署，开展薄弱区域 ODN 改造升级等。二是加快推动 5G SA 规模部署。加快中心城区、重点区域等的网络覆盖，推进 5G 网络在交通枢纽、大型体育场馆、景点等流量密集区域的深度覆盖。三是深入推进农村网络设施建设升级。持续开展电信普遍服务，深化农村人口聚居区、生产作业区等重点区域的网络覆盖。按需逐步推动农村千兆网络建设覆盖。

第二，“强基础”。一是提升骨干传输网络承载能力。按需推进骨干网 200G/400G 传输部署，引导 100G 及以上速率超高速光传输系统向城域网下沉，鼓励在新建干线中采用新型超低损耗光纤。二是提升数据中心互联能力。推动 400G 光网络设备在数据中心互联中的部署应用，推动 SRv6、VXLAN 和 SDN 技术的应用。三是协调推进 5G 承载网络建设。推动 5G 前传和中回传网络中大容量、高速率、低成本光传输系统建设，在城域接入层、汇聚层和核心层按需部署传输系统。

第三，行业融合赋能。创新开展千兆行业虚拟专网建设部署。鼓励基础电信企业结合行业单位需求，在工业、交通、电网、教育、医疗、港口、应急公共服务等典型行业开展千兆虚拟专网建设部署。探索创新网络架构，采用与公网部分共享、与公网端到端共享等多种模式灵活开展网络建设。按需在行业单位内部署 5G 基站、OLT 设备、核心网网元、行业终端等，支持行业单位敏感数据本地化处理和存储。探索创新运营模式，鼓励开放有关接口功能，为行业单位提供必要的管理控制权限，服务行业发展。

2.3. 以新型数据中心构建算力基础设施

随着 5G、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术迅猛推进，信息技术与传统产业加速融合，上云、用数、赋智助力各行各业数字化转型，推动数字经济蓬勃发展。数据中心作为支撑各个行业信息系统远程运行的物理载体，经济社会的全面发展提供日益增

长的算力需求，已成为为经济社会正常运行不可或缺的关键新型基础设施，在数字经济发展中扮演至关重要的角色。如图 2-3 所示，随着 5G、AR/VR、自动驾驶等新业务发展，用户对于云计算服务的响应速度提出了更高要求，数据中心也从大型数据中心向云边协同趋势进行发展。在“绿色、低碳”可持续发展目标牵引下，数据中心的布局、云网协同和算网一体的研究是业内关注的焦点。

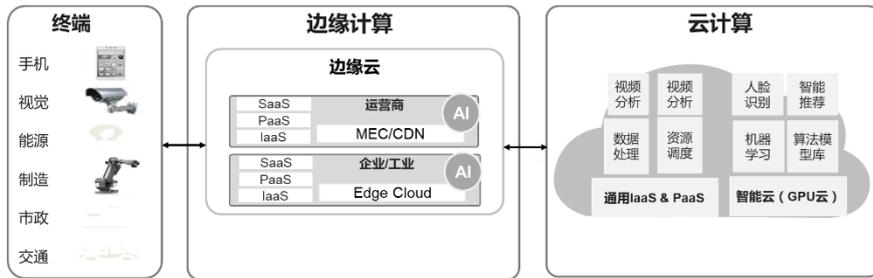


图 2-3 云边协同发展

2020 年 3 月我国提出加快数据中心等新型基础设施建设进度，明确了数据中心作为“新基建”七大领域之一的重要地位；2021 年 5 月，“东数西算”工程正式启动实施；2021 年 7 月，工信部正式发布《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023 年）》。在国家政策大力倡议和引导下，数据中心面向未来的建设与发展正在作出积极探索。

新一代信息技术的快速发展，数据资源存储、计算和应用需求大幅提升，传统数据中心正加速与网络、云计算融合发展，加快向新型数据中心演进。根据工信部发文的定义，新型数据中心是以支撑经济社会数字转型、智能升级、融合创新为导向，以 5G、工业互联网、云计算、人工智能等应用需求为牵引，汇聚多元数据资源、运用绿色低碳技术、具备安全可靠能力、提供高效算力服务、赋能千行百业应用的新型基础设施，与网络、云计算融合发展的新型基础设施。

与传统数据中心相比，新型数据中心的新特性主要体现在高技术、高算力、高能效、高安全的发展特征。根据工信部发布的三年行动计划，未来数据中心发展将重点围绕布局、网络、算力、产业链、绿色和安全六大重点着力推进。

在布局方面，根据能源结构、产业布局、市场发展、气候环境等要素，未来将形成国家枢纽节点、省内数据中心、边缘数据中心、老旧数据中心以及海外数据中心的梯次布局。具体而言，一是加快建设国家枢纽节点。推动京津冀等 8 个国家枢纽节点加快新型数据中心集群建设进度，满足全国不同类型算力需求。二是按需建设各省新型数据中心。提高存量数据中心利用率，打造具有地方特色服务本地的算力服务。三是灵活部署边缘数据中心。构建城市内的边缘算力供给体系，满足极低时延的新型业务应用需求。四是加速改造升级“老旧小散”数据中心。提高“老旧小散”数据中心能源利用效率和算力供给能力。五是逐步布局海外新型数据中心，重点在“一带一路”沿线国家布局海外新型数据中心。六是加快云边协同发展。从集群建设、边缘数据中心两个大方向出发，推动边缘数据中心与数据中心集群协同发展。

新型数据中心作为新一代信息技术发展的重要支点，未来将形成建设布局均衡有序、能力水平显著提升、绿色安全全面保障的良性发展格局，为经济社会高质量发展注入新动能，为经济社会数字化转型提供算力基础设施。

2.4. 以 AI 等新技术牵引新技术基础设施发展

人工智能正成为新一轮技术革命和产业变革的核心驱动力，给经济社会发展带来越来越深刻的影响。当前，发展新一代人工智能已成为我国的国家战略，人工智能也是“新基建”中的重要内容和基础设施，用于支撑传统产业数字化转型和智能化升级，是推动数字经济和实体经济发展的重要新动能。概括来讲，“人工智能新基建”是指围绕提供基础智慧能力的一系列芯片、设备、算法、软件框架、平台等的统称。推动“人工智能新基建”有助于加速传统产业智能化升级，反过来也促使人工智能技术的升级进化。

在新基建的三大领域中，两大领域都直接提及人工智能。在信息基础设施领域，人工智能与云计算、区块链一起被视为一种新技

术基础设施；而在融合基础设施领域中，人工智能则被视为支撑传统基础设施转型升级的重要工具。人工智能新基建的本质不仅仅指向其自身的产业化发展，更是在实体经济中寻找应用场景，赋能生产力升级，即作为重大应用基础设施，推动各行业完成智能化转型，实现新旧动能的转换。近几年来，随着数字化基础设施的不断完善，再加上以深度学习为代表的算法上的突破，人工智能技术日渐成熟，已经在安防、金融、客服、工业制造等领域，取代了大量重复性高、繁琐枯燥或者大量使用人工并不经济的工作，不仅降低成本，而且生产效率提升也十分显著。



图 2-4 以人工智能为代表的新技术基础设施构成

如图 2-4 所示，人工智能与多学科的交叉融合已成为当前科学研究的重要趋势。交叉融合是人工智能与生俱来的特点，包括学科、技术、产业三个层面的融合。人工智能技术的发展离不开“算法”、“算力”和“数据”三大要素。这三要素本身在学科层面上与基础学科密切相关。在基础算力提供层面，更需要学科层面、技术层面的交叉融合来解决计算需求剧增的挑战。人工智能与传统产业交叉融合的深度，既是人工智能可持续发展的根基所在，也是人工智能走向成熟的重要标志，其实质就是国家提出的“智能+”战略。

新型基础设施建设的提出将人工智能产业上升到了社会公共基础资源的战略范畴，通过将人工智能行业赋能的能力放大，从某

些特殊领域的应用到全行业全社会的赋能。未来在新基建不断推进的背景下，人工智能产业将围绕能力升级和高效赋能的方向发展。在新基建的背景下，人工智能产业将与人们的生活结合的更为紧密。人工智能产业的发展将更深层次地渗透在人们生产生活中。在人工智能的核心能力建设层面，认知能力的提升将成为未来机器能够更深刻理解人类世界的关键。机器的学习方式也将从大量的人工输入的指导模式，转换为高度自主的自学习模式，大量的智能设备能够将学习到的知识相互联通，交互认证。未来，通用标准化的人工智能技术使得人们能够更加便捷低成本地赋予机器智能。

3. 数字连接应用与实践

“新基建”作为国家的重要发展战略，把网络、云、算力等视为重要的基础设施，特别对网络和云的结合提出了更高的要求，云网融合已成为通信基础设施、新技术基础设施和算力基础设施之间的粘合剂，是新基建中新型信息基础设施的底座。在这一趋势下，云网融合以及架构于其上的数字化平台成为未来技术发展的重要目标。

如图 3-1 所示，中国信科“一体两翼”的产业布局中以“云网一体化”为主体，从技术和产业布局上完善覆盖了以网络连接为基础的通信基础设施领域、以满足计算和存储需求的算力基础设施领域，和以人工智能、大数据、区块链等新技术布局下的新技术基础设施，积极落实“双千兆”网络协同发展、“新型数据中心”和“东数西算”等重大国家战略。其中以智慧光网、智简 5G，以及低碳云数据中心为代表的解决方案和产品，已在运营商网络和各行业进行广泛应用和部署构成了新型数字基础设施的坚固底座。



图 3-1 中国信科云网一体化产业布局

面向数字经济发展和行业应用的信息基础设施需要能有效整合资源，实现数字化基础设施能力的组件化、模块化封装，为企业业务创新提供高效、低成本的一体化服务支撑，满足海量多样化客户群体的个性化需求。如何以网络连接为基础，围绕“连接+计算+服务”构建新型信息服务体系，是行业共同关注的焦点。

3.1. 新型光纤传感技术在感知基础设施领域应用

在《物联网新型基础设施建设三年行动计划（2021-2023年）》中重点指出以高端传感器、物联网芯片、物联网操作系统、新型短距离通信等关键技术水平和市场竞争力显著提升，创新能力要有所突破。阵列光栅传感技术是最新一代的光纤传感技术，该技术是通过在光纤拉制及光纤光栅制造过程中，直接在光纤上在线不间断地刻写一定数量的光纤光栅。基于阵列光栅的传感光缆克服了普通光纤光栅和分布式光纤传感技术的缺点，大大减少了探测光缆的熔接点数量，提升了光纤的抗拉能力和使用范围，在保留传感准确且速度快、定位精度高等传统光纤光栅测温技术优势的同时，通过采用多种传感器阵列复用解调技术，实现大规模、长距离、高精度、高可靠的监测应用。在电厂空冷岛散热片温度监测、智能电网电缆温度监测、输煤栈桥温度监测、高压电缆高空间分辨率温度监测、大规模高精度应力场监测以及长距离高精度振动与声波监测等领域市场潜力巨大。

中国信科旗下武汉理工光科股份有限公司专注于光纤传感技

术的研究、开发和应用，是国内最早从事光纤传感及物联网技术智能化应用的企业，在光纤敏感材料、关键核心器件、智能化仪表以及先进传感系统等方面拥有核心自主知识产权支撑，并形成系列化光纤传感监测系统与物联网应用解决方案，是国内外领先的光纤传感技术研发与规模化产品生产基地。公司推出的光纤传感系列产品已广泛应用于油气储罐/交通隧道火灾监测、重要场所周界入侵报警、桥梁结构健康监测与综合管养、重大装备状态监测与故障诊断、电力设施/电缆廊道综合监测、城市综合管廊监测与安全管理、轨道交通全时全域灾害监测预警等多种应用场景。其中光纤光栅油罐火灾报警系统、光纤光栅隧道火灾报警系统的全国市场占有率位居前列，公司在石油化工行业率先完成了镇海、舟山、大连等国家七大战略储备油库火灾报警系统建设；在交通隧道行业完成了世界上最长的跨海大桥—港珠澳大桥及世界规模最大的公路隧道—秦岭终南山隧道火灾安全监测报警系统等众多国家重点工程项目，服务范围遍及中国 30 多个省、自治区、直辖市。

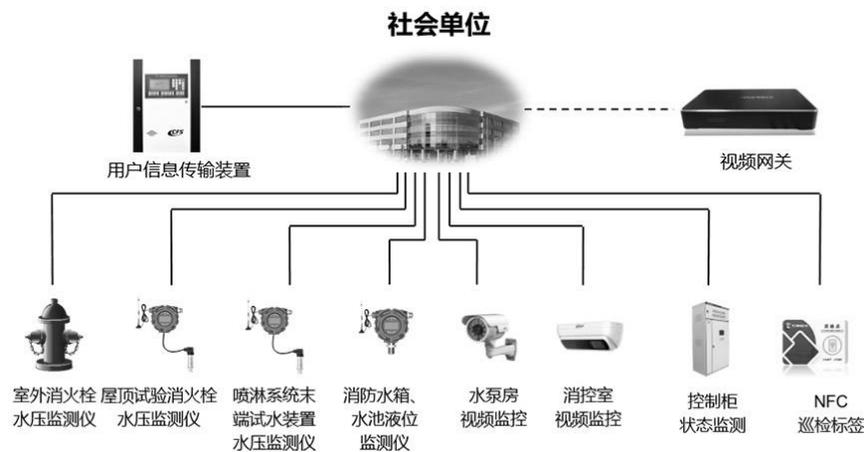


图 3-2 城市物联网消防远程监控平台

如图 3-2 所示，在消防领域，利用物联网、移动互联网、图像识别等技术，建立城市物联网消防远程监控平台，对联网单位消防设备设施、消防水源、重点区域和部位等进行远程实时集中监测，建立火灾识别、隐患追踪、安全监控、风险评估等模型，实现对数据的动态追踪、转换和挖掘分析，高效支撑社会火灾防控、公众消

防服务等应用。在联网单位安装水压监测终端、水位监测终端、用户信息传输装置等消防物联设备，基于城市物联网消防远程监控系统软件，实时将联网单位消防控制室值班状态、消防设施运行状态及完好率、视频监控、维护管理及维修作业等监测数据传至监控中心，实现对联网单位火警和消防设施故障信息的动态化监控。

随着信息化、数字化社会的高速发展，物联网产业快速崛起，新一代光纤传感器、大数据和云计算等新技术逐渐步入成熟应用阶段，武汉理工光科股份有限公司面向行业客户及新兴市场业务需求，以“感、传、知、用”等物联网技术为手段，完成了大数据云平台开发，该平台可全面实现指挥调度“智能化”、安防防控“精细化”、隐患监测“动态化”、战力管理“科学化”，尤其是智慧消防软件平台通过信息整合与数据挖掘可以实现动态火灾风险评估，并已率先在业界实现省、市、重点企业园区三级管理试点的应用示范，并成功服务于综合性国际军事体育赛事活动，获得用户高度认可。

3.2. 智慧光网构建数字连接坚实底座

当前光网络支撑了 5G 应用和行业市场发展，FTTR 等家庭网络技术开辟了智慧家庭物联网，机器连接还将逐步扩展到工业生产、家庭生活、社会生活更多方面；OTN 专线承载为高品质业务和运营商业务增收提供新的路径；用户入云、云内和云间网络连接均离不开光网络的支撑；海洋光网络的快速发展，拉近了世界各国、各大经济体之间距离，促进了全球经济的共同繁荣。

光网络具有业务网络以及电信基础设施主要组成部分的双重身份，在带宽、容量、时延、可靠性、灵活性、安全性、建设运营成本等方面对云业务的供给和运营具有较大甚至决定性影响，构建面向云业务的全光底座既满足了电信业务开展，又有利于云网一体化的实施，对推动包括运营商在内的数字化转型和数字经济发展起到了关键作用。与此同时，运营商如何整合自身在基础资源上的优势，提升跨域、跨层资源为用户按需调用，在服务上快速进行创新，

如何让传统网络更加智能化从而提升外部用户感知和内部运营效率等是业内普遍关注的焦点。

为应对上述挑战，烽火自 2019 年业内首个提出“智慧光网”概念以来，持续围绕业务发展、技术演进和网络转型对智慧光网络体系架构进行丰富，并于 2021 发布了智慧光网络“三层三面”体系架构。如图 3-3 所示，智慧光网络由连接层、网络层、服务层三个主要层次，以及算法算力面、人工智能面、数字孪生面三个赋能面构成，也称作“三层三面”。智慧光网络的三层三面是一个有机的整体，连接层、网络层和服务层三个层次的关系分别是下层资源和功能为上层所调用，算法算力面、人工智能面和数字孪生面则贯穿了智慧光网络的三层，为三层进行赋能。通过三层与三面之间的相互协作，智慧光网络在整体上具备泛在、超宽、开放、按需四大关键特性。

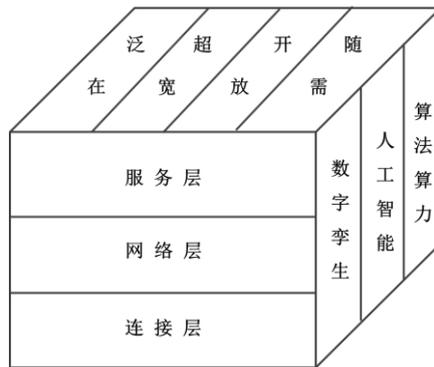


图 3-3 智慧光网络的“三层三面”

智慧光网络“三层”是网络功能与服务的构成主体，三层之间下层资源和功能为上层所调用，各层具备不同功能和特性，通过相互协作为用户提供服务。

(1) 连接层：融合资源供给

智慧光网络连接层涵盖媒质、光器件、传送层、段层、隧道层等子层。智慧光网络连接层提供融合资源供给，为云边端提供高速、可靠连接，满足数据高效、无损、安全传输。用户可通过泛在接入享受智慧光网络带来的极致服务。

(2) 网络层：路由、控制策略协同

智慧光网络网络层对连接层融合资源进行统一抽象、统一管理

和统一编排，可屏蔽连接层在物理硬件、设备等底层基础设施的差异，将其抽象为通用的能力与服务，支持网络能力对外开放，支撑服务层应用实现实时、按需、动态化的部署。智慧光网络网络层从全局的角度对连接层资源具备全域资源感知、快速部署、弹性伸缩和灵活编排的特性，满足上层业务对网络能力的按需定制、快速开通等要求。

(3) 服务层：用户差异化体验感知

智慧光网络服务层在连接层和网络层基础上，通过节点间相互协作、节点内部资源灵活组合，为用户提供应用和服务，并从用户或业务视角具备让用户感知到的服务差异化体验的能力。对服务层来说，只需要专注于用户需求，而不关心具体的实现，应用的支持不再受限于复杂的协议与网络交互以及海量数据的处理能力。

智慧光网络的“三面”是指算法算力面、人工智能面和数字孪生面，“三面”贯穿于“三层”并对其进行赋能，以支撑智慧光网络的泛在、超宽、开放、按需特性。

上海某运营商以智慧光网构建全光底座，已建成全球最大规模的全光城域网和超大规模的 OTN 光传送网，在全市建设了 35 个城域全光节点和超过 500 个 OTN 光传送节点，支持城区 1 毫秒、外环 1.5 毫秒、上海全境 2 毫秒的稳定低时延圈，已覆盖超过 1.1 万栋 A/B 类商务楼宇，市区企业接入缩短到 100 米。同时构建了 0.2 毫秒的浦东金融时延圈，支撑金融行业用户迈入毫秒时代。以智慧光网络为底座，有力地支撑了智慧家庭、智慧金融、智慧城市、智慧教育、智慧医疗、智慧交通、智慧工业等应用为智慧城市美好生活描绘了新蓝图。

光网络夯实了信息基础设施的底座，满足新型基础设施建设所需的固定、移动、固移融合等各类高质量互联需求，支撑了家庭、企业用户的高品质泛在联接。全光网络在高效支撑移动互联网、物联网、工业互联网、云计算、大数据、人工智能等新兴领域高速发展的同时，也为城市经济社会的发展提供了强大的运力和算力，助力

传统领域智能化升级，不断催生新技术与新业态，促进互联网应用进一步优化，打造先进开放的新一代互联网技术产业生态，驱动数字经济高质量发展。

3.3. 构建绿色、低碳新型数据中心

当前各行业数字化转型升级进度加快，特别是 5G 等新技术的快速普及应用，全社会数据总量爆发式增长，数据资源存储、计算和应用需求大幅提升，迫切需要推动数据中心合理布局、供需平衡、绿色集约和互联互通，构建数据中心、云计算、大数据一体化的新型算力网络体系，促进数据要素流通应用，实现数据中心绿色高质量发展。为缓解生存环境压力，实现绿色可持续发展，世界各主要经济体皆已承诺了“碳中和”目标。去年 9 月 22 日，我国在第 75 届联合国大会上提出力争在 2030 年前实现碳达峰，在 2060 年前实现碳中和。此外，不少企业、行业组织、非政府组织亦纷纷在推行节能减排措施。

今年正值“十四五”开局之年，面对数字中国建设以及“双碳”目标，中国信科旗下烽火通信这一长期深耕 ICT 基础设施的“国家队”，提出了“0 碳”的价值主张。“0 碳”价值主张包含两方面内容。烽火通信一方面立足自身，基于自身能力在研发、制造各个环节力争实现低碳化，包括通过智能制造减少生产过程中产生的不必要能耗；另一方面面向产业，致力于为客户提供“0 碳化”的产品与解决方案，同时牵引供应链、生态圈走向绿色。

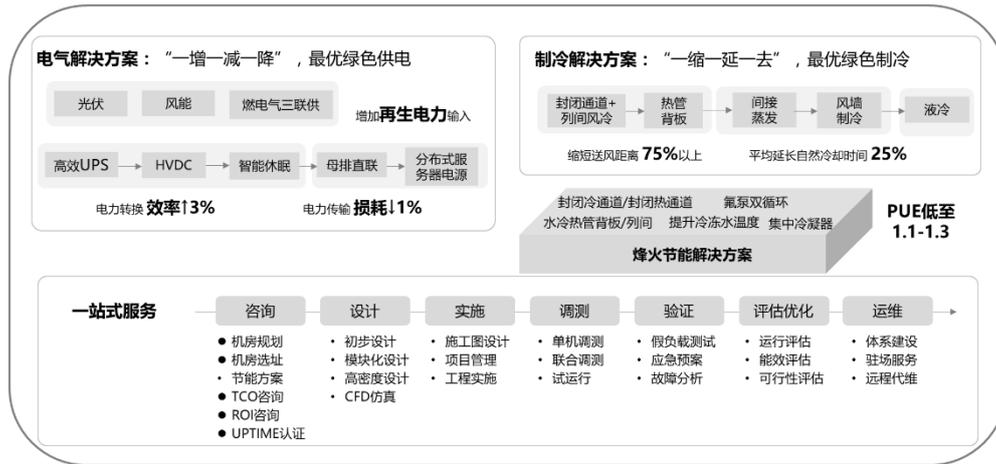


图 3-4 云数据中心解决方案

烽火通信积极响应国家号召，面对国家提出的“碳达峰、碳中和”理念，如图 3-4 所示，以全局思维构建数据中心解决方案，引入再生能源、降低 CEF，从源头做到低碳排放。通过近端制冷、自然冷却及 AI 运行，有效降低数据中心能耗，提高制冷能效；采用高效 UPS、HVDC 智能休眠功能，提高电力转换效率，利用母排直连、分布式服务器电源，降低电力传输损耗。目前，湖北长阳大数据中心总包项目已全面应用烽火绿色低碳数据中心解决方案，该项目依托国家电网的网架优势，并充分利用自然资源优势，纳入光伏协同发电；数据机房采用先进制冷方案，为机房带来 PUE 值低于 1.2 的优异表现，节能效率高达 10%。

加强绿色数据中心建设，强化节能降耗要求是实现低碳目标的关键路径之一。此外，我们认为从网络与数据中心和云计算的协同的总体角度来进行规划和建设也是实现碳目标的重要路径。促进新型数据中心与网络协同，一是从骨干网层面推进建设布局和优化升级，降低网络时延，提升网间互联质量。二是加强互联组网，既要关注区域新型数据中心集群的直联互通，支撑高频实时交互业务，也要关注新型数据中心与边缘数据中心组网互联，促进协同发展。如“全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案”中就明确提出布局全国算力网络国家枢纽节点，启动实施“东数西算”工程，构建国家算力网络体系。

烽火通信数据中心 DCI 解决方案以高速率、大容量、低功耗、高集成度等特性满足了数据中心之间短距离光互连需求，单波 800 Gbit/s 速率和 C+L 波段应用为数据传输提供了强大的运力。智慧光网的应用为数字经济发展提供了持续的动力，在“云网一体化”趋势下，烽火通信承建的中国电信华南和东北区域 ROADM 骨干网，覆盖全国 14 个省份，惠及全国 40% 人口。在网络架构上采用 ROADM/OXC 构建“立体光网”，满足了云网一体化趋势下“云为核心，网随云动”的业务需求，技术上采用 100G、超 100G、多业务承载、WSON 控制、智能运维等先进技术，在多业务接入、低时延、高品质、高可靠、绿色低碳等方面对网络基础设施进行了全面赋能。凭借对云和网的深刻理解，以及在数据中心领域一站式低碳解决方案的优势，烽火完全有能力承接并服务好国家“东数西算”战略，实现以网连算、以网强算、算网一体。

3.4. 人工智能等新技术赋能产业数字化

随着互联网和移动互联的普及，全球网络数据量急剧增加，海量数据为人工智能大发展提供了良好的土壤。大数据、云计算等信息技术的快速发展，GPU、NPU、FPGA 等各种人工智能专用计算芯片的应用，极大地提升了机器处理海量视频、图像等的计算能力。在算法、算力和数据能力不断提升的情况下，人工智能技术快速发展。智能应用成为互联网下一演进阶段周期的核心要义，人工智能部分技术已经进入产业化发展阶段，带来新的产业兴起。基于机器学习技术快速进步，互联网正凭借快速提升的人工智能，为用户提供个性化、精准化、智能化服务，大幅提升业务体验，并与生产生活的各个领域相融合，有效提升各领域的智能化水平，给传统领域带来变革机遇。

人工智能理论和技术日益成熟，应用范围不断扩大，产业正在逐步形成、不断丰富，相应的商业模式也在持续演进和多元化。如图 3-5 所示，人工智能产业应用包括基础平台层、产品层和应用层。



图 3-5 人工智能产业应用

当前人工智能技术对各领域的渗透形成“人工智能+”的行业应用终端、系统及配套软件，然后切入各种场景，为用户提供个性化、精准化、智能化服务，深度赋能医疗、交通、金融、零售、教育、家居、农业、制造、网络安全、人力资源、安防等领域。

中国信科通过在基础平台、产品和应用三个层面的完善布局 and 开发，结合以新型光纤传感在内的物联网、新型数据中心和云网一体化优势已在智能家具、智能电网、智能制造和智慧城市等多个领域进行部署和应用，在行业应用、民生消费和社会治理等多个领域助力数字经济发展。

总结与展望

数字经济成为十四五的重要创新增长引擎，国家把“网络强国、数字中国”作为“十四五”新发展阶段的重要战略进行了系列部署。中国信科着眼于“网络强国、数字中国”建设的宏观战略，立足数字产业化、产业数字化的时代风口，全面提升企业自身数字化水平，将全力围绕数字经济“新需求”创造“新供给”。面对数字经济发展新形势新要求，我们不仅要加快建设好 5G、光网络、数据中心等信息基础设施，更要统筹布局，强化信息资源的深度整合，着力构建以全光网络为基础、以数据和计算设施为核心、以融合基础设施为突破的新型信息基础设施体系。

以数字连接为纽带，充分运用新型传感、智慧光网络、云计算、人工智能、大数据等新一代信息技术，推动信息基础设施层面的技术融合、数据融合和业务融合向数字化和智能化转型，为数字经济发展夯实基础。泛在连接、云网协同和算网一体的持续强化和应用将持续为数字经济的发展提供动力。未来随着 6G 研究的展开、通信感知一体化、超密集连接和数字孪生等新技术的发展将继续加速社会、经济和产业的数字化进程。

展望未来，中国信科将以自身产业和技术优势，把握数字经济时代的发展机遇，加快新型基础设施建设，加强战略布局，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。携手产业合作伙伴，不断满足人民对美好信息生活的需要，共创数字经济的美好未来。

数字互联 赋智未来

