



# 中国联通

## 智能体互联网平台及协议框架

### CubeMAP 白皮书

中国联合网络通信有限公司研究院  
下一代互联网宽带业务应用国家工程研究中心

2026 年 04 月

## 前言

当前，人工智能应用范式已从“内容生成”助手发展为能够自主决策、使用工具的“智能体”，并向多智能体协同演进。而如何让海量异构的智能体多元要素（智能体、用户、模型、记忆系统、工具）之间实现高效、可信的互联协同，成为产业智能化升级的关键挑战。

2013年，中国联通启动面向未来可运营的新一代网络技术体系和架构研究计划，构建面向云服务的泛在宽带弹性网络（Cloud-oriented Ubiquitous-BroadBand Elastic Network，CUBE-Net）。CUBE-Net 经过十余年演进，从 1.0、2.0、3.0 到现在向 4.0 发展，内涵也逐渐丰富。智能体互联网作为智算应用时代的新型网络技术，是 CUBE-Net 的重要组成部分，为此，我们提出了基于广域覆盖算网能力、融合 ICT 技术优势的智能体互联网技术体系和 CubeMAP（Model-Agent-Protocol）模型智能体协议框架，旨在为“人-智”、“智-智”、“智-算”多元要素之间的互联提供网络服务，发挥网络在智能体互联中的泛在接入、路由调度等增强作用。在此基础上，开展了智能体互联网平台 CubeMAP 研制，实现全场景泛在接入、token 算网融合调度、智能体注册发现、标识与服务语义路由、多协议适配、面向任务的动态组网、可信身份认证和安全治理等关键功能，形成面向 toC、toH、toB 全场景智能体所需的“人-智”、“智-智”、“智-算”多维度互联服务能力，“绘制智能体世界地图”，为智能体互联提供信息载体和传递通道，构建灵活泛在、智算普惠、安全可信的下一代互联网网络空间基础设施。

## 联合编写与指导单位：（排序不分先后）

中国联合网络通信有限公司研究院、下一代互联网宽带业务应用国家工程研究中心、联通数据智能有限公司、中国联合网络通信有限公司江苏省分公司、联通（广东）产业互联网有限公司、联通粤港澳大湾区创新研究院、联通智能制造科技产业（广东）有限公司、中讯邮电咨询设计院有限公司、联通智网科技股份有限公司

白皮书编写过程中，得到了华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、浪潮通信信息系统有限公司、烽火通信科技股份有限公司、亚信科技（中国）有限公司、北京天地互连信息技术有限公司、互联网域名系统国家地方联合工程研究中心、紫金山实验室、鹏城实验室、清华大学、北京邮电大学、中国科学院计算机网络信息中心、ANP 智能体互联网协议社区的指导和大力支持，在此谨致以诚挚的谢意！



# 目录

目录.....	IV
1. 引言.....	1
1.1. 智能体互联网概述.....	1
1.2. 研究进展.....	1
2. 基于 CubeMAP 的智能体互联网体系架构.....	2
2.1. 目标愿景.....	3
2.2. 总体设计.....	4
2.3. 协议框架.....	5
3. CubeMAP 平台关键能力.....	7
3.1. 面向“人-智”互联的全场景泛在接入.....	7
3.2. 面向“智-智”互联的全功能跨域协同.....	9
3.2.1. 智能体注册发现.....	9
3.2.2. 标识与服务语义路由.....	10
3.2.3. 多协议适配互通.....	11
3.2.4. 动态组网技术.....	13
3.3. 面向“智-算”互联的大模型能力供给.....	14
3.4. 面向全域可信的身份认证与安全治理.....	16
3.4.1. 可信身份认证.....	16
3.4.2. 安全与治理.....	17
4. CubeMAP 实践.....	18
4.1. 算网运维智能体协同.....	18
4.2. 智能体电信网接入创新.....	19
5. CubeMAP 服务场景.....	20
5.1. 垂直行业扩展.....	20
5.1.1. 医疗行业智能体协同.....	20
5.1.2. 车联网场景智能体协同.....	21
5.1.3. 工业场景具身智能协同.....	22
5.2. 智慧生态升级.....	23
5.2.1. 智慧城市.....	23
5.2.2. 智能家居.....	24
5.2.3. 智慧办公.....	25

6. 未来展望 .....	25
缩略语列表 .....	27
参考文献 .....	29



# 1. 引言

## 1.1. 智能体互联网概述

随着人工智能技术的飞速发展，以大模型为驱动的智能体（AI Agent）正成为数字化应用的主流形态，其不仅改变了人机交互模式，更在深刻重塑各行各业的运作逻辑。在此背景下，智能体互联网概念应运而生，它标志着互联网演进的新阶段，其核心范式正从传统的“连接信息”向未来的“连接智能”发生深刻转型。这一转变的本质在于，网络连接与交互的主体从被动响应的设备与静态内容，升级为具备自主感知、理解、决策与执行能力的 AI 智能体。智能体互联网通过标准化的互操作协议与开放架构，旨在将广泛分布的智能体单元及其承载的能力、工具与服务，整合为一个开放、弹性、安全的协同网络，在此网络中，智能体能够基于任务意图自主发现、协商并调度资源，通过跨域深度协同高效完成各种复杂目标。

构建智能体互联网是应对技术与产业变革的必然需求。传统互联网以“位置寻址”和“信息传输”为核心的架构，在智能体时代面临根本性挑战。其网络能力局限于数据管道，缺乏对内容语义的感知与任务意图的理解；其协议栈僵化，难以支撑意图驱动的动态交互与服务发现；其中心化控制模式与智能体分布式自治的诉求相悖。随着智能体数量激增与交互复杂化，传统架构在支撑自主协作、语义理解与可信协同等方面日益乏力。因此，亟需一场以“智能体为中心”的网络变革。智能体互联网不仅是连接智能体的技术平台，更是构建未来智能化社会的关键引擎。它旨在推动网络从被动的“信息传输管道”演进为主动的“智能协同基座”，实现从“连接设备”到“连接智能”的跃迁。这一演进将系统性解决智能体间“如何发现能力”、“如何理解意图”、“如何建立信任”及“如何保障任务”等核心问题，为产业智能化升级和社会数字化转型提供可持续、可治理、可进化的新型能力底座，是支撑未来海量智能体泛在互联与群体智能涌现的必然选择。

## 1.2. 研究进展

智能体互联网（Internet of Agents, IoA）作为人工智能与下一代网络技术深度融合的全新范式，实现了网络交互主体从“人”和“设备”向具备自主

感知、决策、执行与协同能力的智能体的根本性跃迁，核心目标是构建全球范围内智能体自主协同、资源按需匹配、价值高效创造的分布式智能生态。当前，全球学术界与产业界已形成协同攻关态势，在技术体系构建、协议标准研制、核心能力突破及生态落地实践四大维度取得阶段性成果，推动智能体互联网从概念探索迈入技术验证与场景落地的关键阶段，为各类智能体互联网平台的研发与规模化应用奠定了坚实基础。

在技术体系与核心能力层面，智能体互联网已形成以大模型为认知底座，以感知、认知、规划、行动、记忆、协同为核心链路的自主智能闭环体系，单智能体自主能力与多智能体协同水平实现双重突破。单智能体层面，依托多模态融合、工具调用与动态记忆技术，已实现从“被动响应”到“主动规划”的升级，可整合视觉、音频、文本等多源感知数据，通过思维链（CoT）、树状思维（ToT）等推理机制完成复杂任务，同时借助外部工具调用打破模型能力边界，实现数据查询、代码执行、物理设备操控等跨域操作。多智能体层面，集中式、分布式、分层式三大协同架构已形成成熟应用范式，通过标准化通信机制与冲突消解策略，实现智能体间的高效分工与协作，可完成单智能体无法承载的复杂场景任务，群体智能涌现效应初步显现。

当前，智能体互联网的发展仍面临多模态数据实时融合效率不足、大规模协同调度难题、跨协议语义兼容、数据隐私与伦理规范等核心挑战。但整体而言，其技术体系日趋成熟，协议标准逐步完善，应用场景持续拓展，已成为下一代互联网演进的核心方向。未来，随着技术创新的持续推进与生态协同的不断深化，智能体互联网将实现从“单点应用”到“生态化发展”的跨越，推动全球数字经济向智能化、协同化新阶段演进。

## 2. 基于 CubeMAP 的智能体互联网体系架构

2013 年，中国联通启动面向未来可运营的新一代网络技术体系和架构研究计划，该计划初衷是应对业务云化对运营商网络的冲击，通过合理调整网络节点布局和优化网络结构，引导业务流量流向，为云服务提供差异化网络连接服务，推动电信网络运营向云服务转型，构建面向云服务的泛在宽带弹性网络（Cloud-oriented Ubiquitous-BroadBand Elastic Network，CUBE-Net）。随着 CUBE-Net 的演进，从 1.0、2.0、3.0 到现在向 4.0 发展，内涵也逐渐丰富。

智能体互联网作为智算应用时代的新型网络技术，是 CUBE-Net 的重要组成部分，为此，中国联通在广泛调研和研究业界各类智能体和智能体互联方式的基础上，提出了智能体互联网技术体系和 CubeMAP (Model-Agent-Protocol) 智能体协议框架，旨在为“人-智”、“智-智”、“智-算”多元要素之间的互联提供网络服务，发挥网络在智能体互联中的接入连接、路由调度等增强作用。在此基础上，开展了智能体互联网平台 CubeMAP 研制，实现全场景泛在接入、token 算网融合调度、智能体注册发现、标识与服务语义路由、多协议适配、面向任务的动态组网、可信身份认证和安全治理等关键功能，形成面向 toC、toH、toB 全场景智能体所需的“人-智”、“智-智”、“智-算”多维度互联服务能力，“打造智能体世界地图”，为智能体互联提供信息载体和传递通道，构建灵活泛在、智算普惠、安全可信的下一代互联网网络空间基础设施。

## 2.1. 目标愿景

智能体互联网是面向智能体多元要素协同的新型网络架构，参与主体包括人、智能体、AI 大模型、记忆系统、工具等，CubeMAP 旨在系统性地构建支撑“人-智”交互（人类与智能体协同）、“智-智”互联（智能体间自主协作）以及“智-算”互联（智能体与泛在算力、模型及数据资源动态对接）三类互联场景。

“人-智”互联的参与要素为人和智能体，为人访问智能体、使用智能体提供连接。中国联通依托当前数据网底座和传统电信网能力，提供人访问智能体的全场景接入能力。“智-智”互联的参与要素为智能体，包括具身智能和数字智能体，为智能体之间协同工作提供连接，支持按需动态组网、注册发现、协议转换等能力。“智-算”互联的参与要素为智能体与 AI 大模型、记忆系统、工具等，连接智能体和支撑智能体工作的大模型、存储、工具等组件，提供算网融合的 token 供给能力。

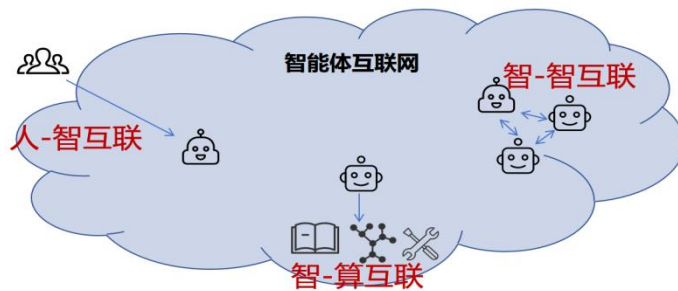


图 1 智能体互联网的三类互联服务

中国联通作为基础电信运营商，在构建智能体互联网方面具有独特优势。广域算网覆盖方面，依托移动网络、家庭宽带、城域网、承载网等完善的网络基础设施，以及大区节点、省市县多级分布的云边算力中心，形成覆盖全国的广域算网资源池。中立角色方面，运营商对于各互联网平台、各企业、用户而言，是信息基础设施服务商，处于中立角色，能够为各类智能体提供公平、可信的互联服务。可信身份服务方面，基于电话号码、实名认证等国家支持的身份基础设施，为接入电信网的智能体提供可信身份服务保障。

智能体互联网需要提供全场景接入的“人-智”互联、面向协同的“智-智”互联和 token 算力供给的“智-算”互联能力，为智能体协同提供灵活、可信的网络空间。中国联通基于广域覆盖的算网能力作为承载层，结合 ICT 优势构建服务层，提供灵活可信的智能体互联业务网络，构建智能体协同网络空间。

## 2.2. 总体设计

如图 2 所示，智能体互联网采用三层架构设计，从下往上依次为承载层、服务层和应用层。承载层由现网提供连接和算力能力，涵盖移动网络、家庭宽带、城域网、承载网等网络基础设施，以及大区节点、省市县多级分布的云边算力中心，形成覆盖全国的广域算网资源池，为上层服务提供坚实的底座支撑。服务层采用服务化方式向上层应用提供人-智、智-智、智-算三类互联能力，是智能体互联网的核心能力层。应用层包括智能体协同平台和各类行业应用场景，作为智能体互联网服务的下游，本白皮书不作为重点展开。

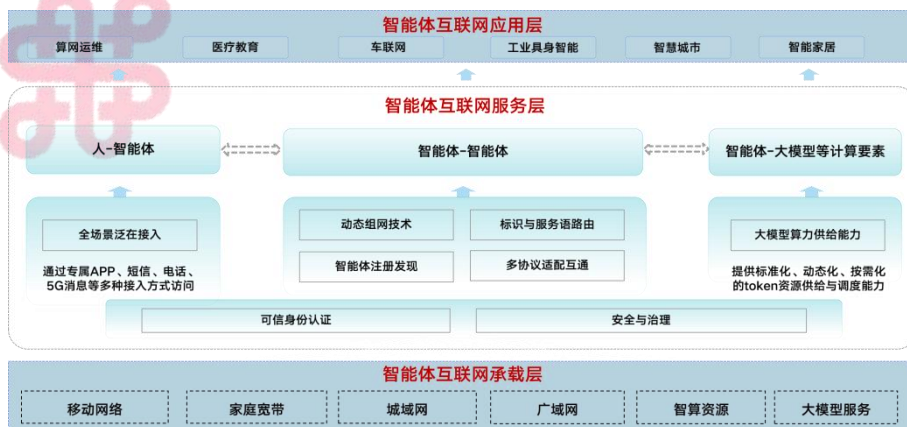


图 2 智能体互联网服务层体系架构

在承载层设计中，中国联通依托其完善的现网基础设施，构建了覆盖广泛的算力网络体系。移动网络、家庭宽带、城域网和承载网构成了四通八达的网络通道，大区节点、省市县多级分布的云边算力中心提供了充足的算力资源。这种广

域覆盖的承载层设计，确保了智能体互联网服务能够触达各类用户场景，为上层服务层提供可靠的连接和算力支撑。

在“人-智”互联方面，服务层提供专属 APP、语音、短信、5G 消息等全场景接入能力。通过全场景接入锚点网关实现传统通信网络与智能体互联网的连接，使两类网络能够互相感知和交互。智能体接入网关为智能体提供标准化的接入点，每个接入点可分配唯一的“电话号码”，实现传统通信网络和智能体之间通过电话号码的互联互通。这种创新设计使智能体能够像人一样拥有可被寻址、被呼叫的能力，极大地拓展了智能体的应用场景。

在“智-智”互联方面，服务层通过多个功能模块协同工作。智能体服务网关负责智能体的接入和管理，网络控制器实现网络状态的实时控制和调度，网络编排器负责网络资源的动态编排。注册发现机制使智能体能够感知网络中其他智能体提供的服务，可信身份服务基于电话号码体系为接入电信网络的每个智能体建立身份档案，协议转换功能支持不同通信协议的互通。整体实现了智能体的注册发现、按需动态组网、服务语义路由、协议转换等核心能力，支持智能体之间的高效协同工作。

在“智-算”互联方面，服务层通过智算服务网关与网络控制器、编排器协同工作。智算服务网关提供算力资源的统一接入和管理，网络控制器实现算网协同控制，根据业务需求动态调整网络和算力资源。网络编排器负责算力资源的全局编排，实现跨域的灵活调度。通过算网融合技术，实现大模型 API 调用服务的最优路由，保障 token 算力的稳定供给，为智能体提供充足的算力支撑。

应用层主要包含协同层和场景层两部分。协同层是智能体互联网用户的智能体协同平台，实现多个智能体之间的任务分配、协作执行和结果汇总，是智能体互联网价值变现的关键环节。场景层面向个人和行业提供丰富的应用场景，包括智能运维、智慧家庭、智慧城市、车联网、智慧校园、智慧医疗等领域，覆盖生产生活的方方面面。作为智能体互联网服务的下游，应用层本白皮书不作为重点展开，仅说明智能体互联网服务层与应用层的支撑关系。

## 2.3. 协议框架

协议框架聚焦于网络侧协议，旨在为“人-智”、“智-智”、“智-算”等多元要素之间的互联提供网络增强服务。协议框架的核心增强点在于跨域、跨主体相关的互操作能力，以发挥网络在智能体互联中的调度、协同和增强作用。根据

协议功能可分为三类：第一类是多元要素与网关之间的增强互操作协议；第二类是网关之间为要素互联提供的协议转换、适配、互操作协议；第三类是网关、控制器、编排器、注册发现等关键网络插件之间的接口协议。三类协议相互配合，共同构建智能体互联网的协议支撑体系。

在“人-智”互联协议方面，需要实现传统通信网络、智能体与网络服务网关之间的互联互通。传统网络与接入网关之间当前主要是 SIP、SMS 等传统语音、短信协议，本协议框架在兼容现有体系的基础上按需扩展，保持与传统通信网络的完全兼容。智能体接入网关和智能体之间当前主要是 A2A、ANP 等智能体协议，本协议框架在此基础上兼容的同时按需扩展，重点扩展双向鉴权、状态管理、跨域路由等能力，构建开放的协议生态。网关之间则需要数据互操作协议，实现多层次、多模态数据的协议适配和传输，以及传输增强等能力。网关与控制器、编排器之间则需要支持路由寻址与控制、会话管理等能力，实现网络资源的智能动态调度。

在“智-智”互联协议方面，主要实现智能体与网络之间的能力注册发现、协议适配和算网状态增强。智能体能够通过网络发布自身能力并发现其他智能体提供的服务，实现按需动态组网。协议适配层支持不同智能体采用的不同通信协议之间的转换，确保异构智能体之间的互联互通。算网状态增强协议使智能体能够感知网络状态变化，动态调整自身行为策略。网络插件之间需要实现网络编排控制、注册发现、状态同步等相关协议，支持分布式智能体的协同工作。“智-智”互联协议的增强重点在于跨域组网、跨主体服务发现和网络状态感知能力。

在“智-算”互联协议方面，涉及智能体与大模型、智能体与工具、智能体与记忆系统/技能之间的互联场景。智能体与大模型之间的互联是核心场景，当前主要是 OpenAI 等主流大模型的服务化 API 协议，具有无状态特性，本协议框架在此基础上兼容的同时按需扩展，兼容各大模型厂商的 API 接口，实现智能体对大模型推理服务的调用。智能体与工具之间的互联，当前主流工具（如 MCP）已具备基础协议支持，本协议框架在此基础上兼容的同时按需扩展，实现智能体对各类工具的调用和管理，支持工具注册、状态维护、调用结果返回等能力。智能体与记忆系统、技能之间的互联协议目前尚不明确，作为未来可能的扩展方向保持开放。算力纳管协议负责算力资源接入和管理，算力发布协议定义算力资源信息发布的格式和流程，算力状态同步协议确保算力状态信息在网络中

的实时同步，业务管控协议负责算力业务的开通、管控和计费，共同支撑算力资源的有序调度和合理分配。“智-算”互联协议的增强重点在于跨域算力调度和算力状态的网络同步能力。

智能体互联网网络组件之间接口协议是智能体互联网正常运行的基础设施。传统的南北向接口是网络设备与管理/控制平面之间的标准化接口，在智能体互联网场景下，除了保持对现有接口框架的兼容外，还需要扩展支持智能化接口和自然语言接口等新型接口方式。智能化接口允许智能体直接调用网络能力，自然语言接口使网络管理更加智能化，降低使用门槛。控制器接口定义网络状态控制的相关操作，实现对网络资源的实时调控。编排器接口定义网络资源编排的相关接口，支持网络资源的动态编排和调度。注册发现接口定义服务注册与发现的标准流程，使各类服务能够被快速定位和访问。身份服务接口定义可信身份认证的相关协议，基于电话号码体系为接入电信网络的智能体提供身份保障。网关互操作接口定义网关之间数据互操作的标准协议，确保不同网关之间的无缝协作。网络组件接口协议的增强重点在于跨域网络编排和网络状态全局感知能力。

### 3. CubeMAP 平台关键能力

#### 3.1. 面向“人-智”互联的全场景泛在接入

智能体的最终目的是为人类社会提供服务，离不开人和智能体的交互，智能体互联网需要为智能体与人的交互协同提供全场景、泛在接入的互联能力。现有方式需要特定 APP，对老年机、儿童手表、视障群体等不友好。运营商提供的语音电话、短信等通信服务历经数十年发展，已成为安全可靠的通信机制。电话号码即智能体接入点是中国联通智能体互联网平台 CubeMAP 的核心关键技术之一，旨在利用运营商现有的电话号码资源为接入电信网络的智能体提供标准化的互联接入能力。作为国家基础电信运营商，中国联通在智能体互联时代具备独特优势，包括广泛的网络覆盖、可信的电话号码资源以及成熟的通信服务能力，可以为人与智能体的互联互通提供普惠化的接入服务。

电话号码即智能体接入点方案的核心思路是打通传统电信业务网络与智能体互联服务平台。服务平台支持为智能体提供接入点，并为接入点分配专属电话号码，使用户可以通过传统电话、短信等方式与接入的智能体互联互通，实现传统电信网络与智能体互联网的有机融合。系统架构主要包括 CT 网络协议终结网

关、语音转换与协议适配、号码管理、路由寻址模块、会话管理模块、智能体接入锚点网关以及智能体通信插件等功能模块。当用户呼叫智能体时，从 CT 网络中分流到智能体号段的语音到业务平台，经过语音转换、协议适配、路由寻址等处理，将消息发送到智能体接入点，再通过平台与智能体之间的接口将消息最终送达智能体。

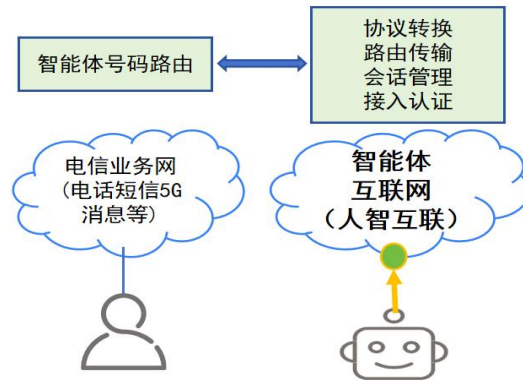


图 3 电话号码即智能体接入点方案

智能体的号码分配方式主要有四种方案。第一种是共享服务号方案，所有智能体共用一个服务号，通过源号码进行路由，类似传统企业服务号，号码管理方面属于传统电信业务，易于实施，主要适用于每个人绑定自己的智能体场景，适合个人用户与智能体助手之间的互联。第二种是主号码加子号码方案，为智能体互联服务业务分配一个主号码，每个智能体都有一个子号码，支持通过智能体号码呼叫，需要通过白名单等机制加强智能体与人网用户互通的安全管控，适合家庭、企业等信任环境中多用户和多智能体之间的互联。第三种是独立号码方案，为智能体提供与人网、物网类似的独立号码，在提供号码互联的基础上，还可以基于号码为智能体之间协同互联提供可信身份服务。第四种是硬件模组加普通电话号码方案，通过 4G/5G 模组或者座机模块为智能体提供语音、短信等多业务接入能力。

电话号码即智能体接入点技术的价值与意义在于推动智能体互联网的普惠化发展。对于接入电信网络的智能体，通过将电话号码体系作为其身份标识，让人人能够通过最熟悉的电话方式使用智能体服务，降低智能体服务的使用门槛。在可信互联方面，依托电话号码体系为接入电信网络的智能体提供可信身份保障，解决智能体身份认证的难题。在融合创新方面，实现传统电信能力与智能体互联网的协同创新，发挥运营商在网络覆盖、通信服务、可信身份等方面的优势，为

智能普惠和社会智能化转型提供基础设施支撑。

## 3.2. 面向“智-智”互联的全功能跨域协同

### 3.2.1. 智能体注册发现

注册发现是指智能体将其功能描述、服务接口、实时状态及资源需求等信息，向一个或多个中心化或分布式的注册中心进行标准化登记，并使其他智能体能够基于语义、功能或上下文条件动态检索、匹配和定位所需服务的能力。该能力旨在解决智能体互联网中“谁能提供所需能力”与“服务在哪里”的根本问题，其核心内涵是构建一个全局、动态、语义化的能力目录，实现从传统的“位置寻址”（如 IP 地址）向“能力寻址”与“身份寻址”的范式转变。在 CubeMAP 协议框架中，注册发现是互联功能层的核心组件，构成了智能体间协同与任务调度的逻辑起点。

该能力是实现智能体大规模、跨域、高效协同的关键前提与基础设施。传统互联网的 DNS 及算力网络机制主要面向资源（算力、存储）或固定服务（域名），缺乏对智能体“能力”这一更高层抽象属性的统一描述、状态感知与高效匹配机制。注册发现能力解决了这一核心瓶颈，它使得分散的、异构的智能体能够被全局发现与理解，从而为按需、精准的服务组合与任务编排奠定基础。正是基于此能力，智能体互联网得以打破“烟囱式”孤岛，使得动态、对等的多智能体协作网络成为可能，是运营商将网络与算力基础设施优势转化为智能体时代核心竞争力的关键支点。

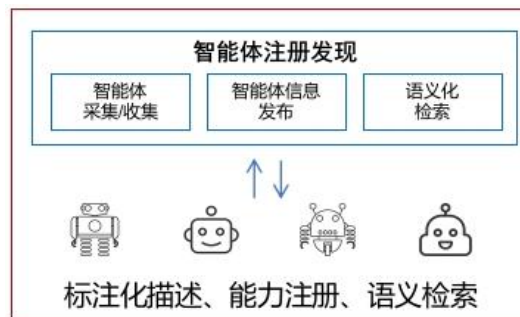


图 4 智能体注册发现原理图

CubeMAP 的注册发现能力主要通过构建一个支持多协议、具备语义理解与任务感知功能的智能体能力发现平台来实现。该平台作为生态的“智能 DNS+搜索引擎”与协作协调中心，其典型技术路径包括：首先，定义一套兼容性强、可扩展的智能体能力描述元数据标准，用于统一刻画智能体的功能、接口、性能

指标及信任属性，并支持向量化嵌入表示，为语义检索奠定基础；其次，采用集分混合的控制架构，既支持集中式的全局目录服务以实现高效管控与检索，也兼容分布式的注册/发现节点（例如依托网关实现等方式）以满足高动态与隐私场景的需求；最后，平台核心提供智能体信息采集、标准化描述注册、语义化检索等关键功能，并深度融合任务规划与意图理解。例如，当智能体进行任务分解后，可通过向量化检索技术，基于任务子目标的语义嵌入，在全局能力目录中高效、精准地匹配具备相应能力的智能体。平台支持 A2A、ANP 等主流互联协议适配，使得智能体能够主动注册或由网关代理注册，其他智能体则可通过自然语言意图或结构化查询，动态发现并匹配到最优的服务提供者，从而完成协同链路的建立。

### 3.2.2. 标识与服务语义路由

服务语义路由是智能体互联网实现“业务驱动、服务互联”核心诉求的关键技术，也是推动智网融合（智能体与网络深度协同）的核心纽带。统一、标准化的服务语义标识是服务语义路由的基础前提，通过对智能体、服务能力、业务需求、资源状态进行结构化语义定义，形成全网可理解、可解析、可路由的统一标识体系，使网络能够直接识别服务内涵而非仅定位物理位置，为跨域、异构、动态的智能体协同提供底层支撑。

传统互联网以“位置寻址”为核心的路由模式，仅能实现物理节点的连接，无法解读智能体的业务语义需求，难以适配多智能体异构协同、高频交互的场景，而服务语义路由通过将业务语义嵌入路由过程，实现路由决策从“位置导向”向“服务需求导向”的根本性转变，为智网融合提供坚实技术支撑，也是 CubeMAP 平台构建高效协同体系的核心技术依托。

服务语义路由是传统语义路由技术的迭代升级，核心是构建统一语义标识体系，将智能体的元数据信息（例如身份标识、技能信息、当前任务等）、以及智能体对网络需求的信息（例如服务类型、QoS 要求、安全/隐私要求）等业务语义信息嵌入数据包，让路由系统可直接解读智能体的服务需求，实现“服务需求→资源匹配”的精准直达。当前行业内已形成四类典型技术方案，覆盖全场景适配需求：模糊搜索机制依托标签匹配与柔性适配，无需精确参数即可将智能体模糊需求映射至适配资源，适配探索性协同场景；精准命名 DNS 技术将服务语义编码为标准化域名，实现“服务需求→最优实例”的精准映射，支撑跨域规模化协同；任播标识路由以“一类服务一个 IP”为核心，实现同类智能体服务的

高效调度，保障低时延传输；应用层 URL 语义路由将语义嵌入应用层协议字段，调度粒度细化至单次任务，适配智能体高频短会话交互特征。四类技术可组合部署，构建多层次、全场景的语义路由体系。

智网融合的核心逻辑是打破智能体协同与网络传输的割裂壁垒，依托服务语义路由技术，实现智能体需求与网络资源的动态联动、双向适配。不同于传统网络与智能体的松散结合，智网融合通过语义路由系统实时感知智能体服务需求与网络运行状态，将语义解析结果与网络调度深度融合，实现网络资源随智能体需求动态调度，同时让智能体协同策略适配网络实时状态，形成“语义解析→需求匹配→资源调度→状态反馈”的闭环机制，破解传统路由无法适配智能体协同的核心痛点。

服务语义路由与智网融合的深度结合，是智能体互联网规模化发展的关键支撑。当前，两类技术已进入技术标准化、场景适配的关键阶段，有效破解了传统路由语义表达不足、网络与智能体协同不畅等问题。

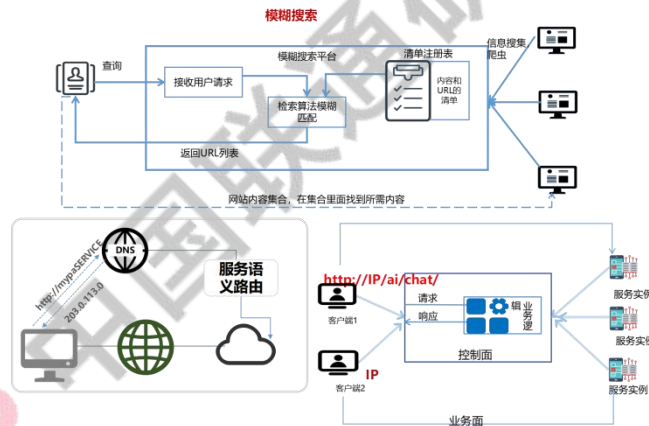


图 5 语义路由与智网融合功能架构

### 3.2.3. 多协议适配互通

随着人工智能技术的快速发展，智能体正从独立的决策单元向网络化的协同系统演进，这一转变对智能体之间的通信和协作提出了更高的要求。然而，当前智能体生态面临协议碎片化、通信标准不统一的根本性挑战，不同智能体平台采用各自独立的通信协议、数据格式和认证机制，形成了众多“信息孤岛”，严重阻碍了智能体能力的共享和协同。

当前智能体生态系统中的协议呈现多元化特征，各种协议各有优势和适用场景。这种多元化反映了智能体应用的广泛性和复杂性，同时也给智能体互联带来了挑战。了解这些协议的特点和差异，是设计协议适配方案的基础。以下是当前

主流智能体协议的详细分析：

表 1 主流智能体协议对比

协议类型	典型应用	核心特点
REST API	OpenAI、Anthropic	简单易用、广泛采用、状态无关
ANP (Agent Network Protocol)	企业间智能体协作	基于 JSON-RPC 2.0、支持 DID 认证、专为智能体设计
A2A (Agent-to-Agent)	多智能体协作系统	智能体间直接通信、能力发现、任务委托
MCP (Model Context Protocol)	AI 工具集成	工具调用标准化、上下文管理、资源访问
gRPC	大型企业系统	高性能、双向流式通信、强类型定义
WebSocket/SSE	实时交互场景	低延迟、双向通信、事件驱动
GraphQL	数据聚合场景	灵活查询、按需获取数据、强类型
自定义协议	特定领域系统	针对性优化、标准化程度低

REST API 简单易用、应用广泛但实时性不足；ANP 专为智能体设计、安全性强但生态较小；A2A 侧重于智能体之间的横向协作，解决“智能体如何找到并调用其他智能体”的问题；MCP 侧重于智能体与工具/资源的纵向连接，解决“智能体如何访问外部能力”的问题；gRPC 性能高但开发复杂；WebSocket/SSE 适配实时场景；GraphQL 适合数据聚合；自定义协议针对性强但标准化低。

认证机制同样多样，API Key 便捷但安全性有限，Bearer Token 标准化程度高，DID-WBA 隐私保护性强，mTLS 安全级别高但部署成本高，自定义签名可满足特定需求但增加适配复杂度，不同认证机制的转换是协议适配的关键挑战。

智能体协议适配技术作为连接异构智能体系统的关键技术，通过构建统一的协议抽象层，实现不同智能体协议之间的透明转换，为智能体互联网的发展奠定了技术基础。该技术采用分层架构设计，从下到上依次为传输层、协议适配层、统一抽象层和应用层，每一层都承担特定的功能职责，共同实现协议的透明转换和智能体间的无缝互联。智能体协议适配技术遵循“最小侵入”原则，无需修改现有智能体实现，可实现不同协议的透明转换，同时让开发者专注业务逻辑、使用者便捷调用各类智能体能力。协议适配技术不仅解决了当前智能体互联的紧迫需求，更为构建开放、安全、可扩展的智能体互联网提供了可持续发展的技术路径。

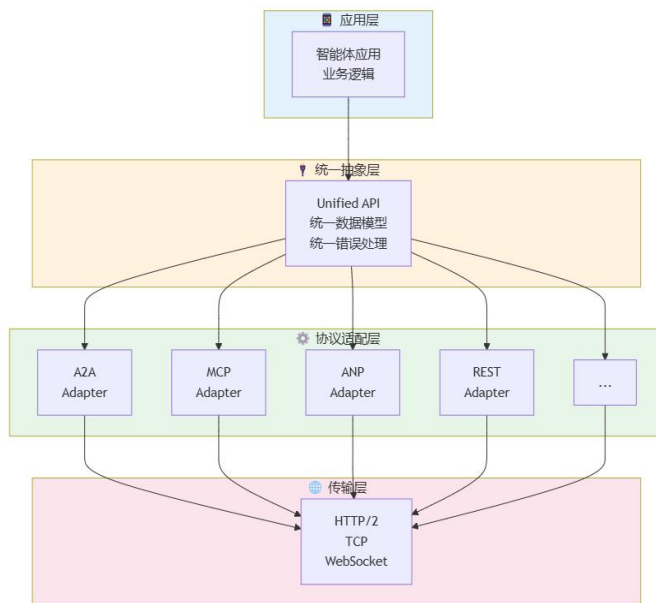


图 6 协议适配方案逻辑

### 3.2.4. 动态组网技术

智能体网络组网采用“编排-控制-转发”三层架构，实现从业务需求到网络连接的端到端映射，支撑智能体灵活组网与弹性调度。三层架构各司其职、协同联动，整体架构如下图所示：

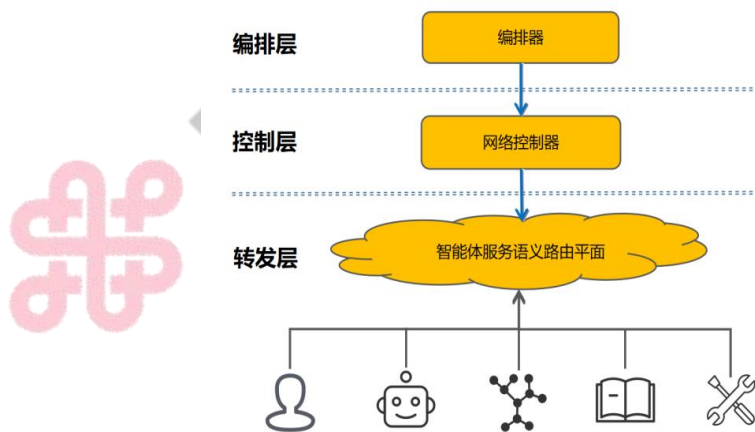


图 7 按需组网架构

编排层：作为需求入口和全局调度核心，接收平台或个人发起的组网请求，完成需求解析与组网方案编排，向控制层下发组网指令。

控制层：承担“北向响应、南向执行”的枢纽作用。北向接收编排层指令并生成隧道策略；南向向转发层下发配置命令，实现隧道建立、资源状态监控与组网调整。同时支持智能体与网络资源的全局发现及状态实时监控。

转发层：以智能体服务网关为核心、基础通信网络为依托，基于控制层下发的配置与指令，采用 TCP、UDP、SRv6 等协议打通网络隧道，动态建立二/三/四/七层及以上跨域连接能力，实现智能体、算力、数据等异构资源的逻辑隔离与按需互联，并实时向控制层反馈网络与传输状态。

为适配不同场景下智能体间高效、安全、灵活互联，依托网关核心能力可构建多层次组网模式，各层级组网模式的工作原理与核心优势具体如下：

- 二层组网模式：通过网关建立跨域二层隧道，实现分布式智能体处于同一逻辑广播域，解决传统方案依赖物理光纤直连的部署局限，降低网络基础设施建设成本。
- 三层组网模式：基于网关实现跨域 IP 路由互通，支持智能体间基于网络层地址的端到端通信，同时通过地址隔离与访问控制机制，避免内部网络拓扑及主机地址的完全暴露，兼顾互通效率与安全边界管控需求。
- 四层组网模式：在传输层实现端口级映射与转发，通过网关完成内外网地址转换，解决私网地址重叠导致的跨域直连不可达问题，支持异构网络环境下智能体的透明化互联互通。
- 七层及以上组网模式：基于应用层语义解析实现精细化路由调度。网关通过解析 URL 路径、请求参数等应用层标识，结合智能体实例状态、负载能力、地理位置等策略因子，完成服务级智能选路，实现“一类服务、多实例择优”的弹性访问机制。

综上，组网模式层级的选择需立足智能体互联实际场景，综合考量参与连接对象的基础网络现状、组网场景的安全性等级、智能体间交互协议的工作层级及通信效率需求等核心因素。唯有按需择取适配的组网层级，才能充分发挥各层级组网优势，全面保障异构智能体互联的适配性、安全性与高效性，为智能体互联网的稳定运行奠定坚实网络基础。

### 3.3. 面向“智-算”互联的大模型能力供给

算网融合大模型能力供给是指依托智能体互联网底层算网协同架构，破除分

散化大模型服务壁垒，以 token 为核心资源单元，面向全域智能体提供标准化、动态化、按需化的 token 资源供给与调度能力，是 CubeMAP 平台支撑智能体复杂推理的底层核心能力（见图 8）。该能力旨在应对智能体互联网中智能体使用大模型服务时面临的现实挑战：单个智能体的 token 消耗存在显著的波峰波谷；整个生态中，token 的供给与需求时常错配，导致资源闲置或体验降级；同时，跨不同任务或业务场景的 token 调用与流转也面临效率瓶颈。其核心目标是将算力与网络的协同优势，转化为 token 资源的全局、动态、精细化统筹能力，从而构建一个从“智能体需求发起”到“平台智能调度”，再到“token 精准供给”的完整闭环。平台调度体系负责承接并转化来自智能体的业务意图，并保障其在整个任务执行周期内获得稳定、可靠的 token 资源供给。



图 8 算网融合与大模型供给原理

传统分散模式下，单个智能体常面临 token 供给不足、突发任务缺口难补齐、闲置 token 无法复用的困境，多智能体协同还会出现资源争抢、分配失衡引发的协作中断、推理延迟等问题，制约平台规模化落地与生态拓展。算网融合大模型能力供给通过全局 token 统筹调度，解决智能体与 token 间的供需错配、冲突损耗痛点，实现 token 按需分配、动态调剂、高效复用，既保障高优先级任务 token 供给充足，又盘活闲置资源、降低整体运行成本；标准化供给接口可适配多类型智能体需求，打破服务孤岛，让智能体聚焦业务逻辑，大幅提升开发部署效率，夯实生态开放与规模扩容基础。

平台通过分布式感知节点实时采集智能体 token 消耗、任务优先级、峰值需求等数据，构建需求画像与预测模型，精准预判资源诉求；依托算网融合架构将分散大模型能力归集为统一 token 资源池，打破节点与模型边界，实现全局统一管理；调度引擎基于智能体优先级、任务紧急度等参数，通过动态路由算法完成 token 精准下发与实时调剂，针对突发需求、局部拥堵启动跨节点调度预

案，保障供给连续性；同时建立反馈机制，反向优化调度策略，实现 token 供给效率与智能体运行体验的持续迭代，全程以 token 为核心单元完成管控，让智能体无感获得稳定适配的大模型 token 服务。

## 3.4. 面向全域可信的身份认证与安全治理

### 3.4.1. 可信身份认证

可信身份是指为智能体互联网中所有主体（智能体、人、设备等）建立唯一、可控、可验证的数字身份体系，并基于密码学与零信任架构实现全生命周期管理的核心能力。该能力旨在解决跨域、跨主体交互中的身份伪造、不可抵赖与隐私泄露问题，通过去中心化标识符（Decentralized Identifier, DID）、可验证凭证（Verifiable Credential, VC）与动态信任评估，构建“身份可溯源、行为可审计、隐私可保护”的全域信任基础，在智能体互联协议框架中作为身份与安全维度的核心基石，支撑所有交互的安全与可信。

可信身份能力是实现智能体互联网“连接智能”愿景与跨域群体协同目标的关键前提。它解决了传统模式下中心化身份系统存在的单点故障、数据垄断、跨域互认难及隐私暴露等瓶颈，使得异构智能体之间自主、安全、自动化的 A2A（Agent-to-Agent）协作成为可能。从效率维度，它实现免密、自适应的全域统一认证，大幅降低跨平台接入与协同的人工与技术成本；从安全维度，它通过行为凭证与信誉积分机制，将身份可信度从“一次认证”演进为“持续可信”，有效防范身份冒用与恶意攻击；从生态维度，它打破平台壁垒，支持跨运营商、跨厂商的身份互通与信任联盟，为开放、可控的智能体生态提供必要的身份信任基础设施。

可信身份主要通过以下三方面实现，如图 9 所示：

- 身份标识与认证：采用符合 W3C 标准的去中心化标识符（DID）为每个智能体赋予全球唯一且自主可控的身份标识，绑定其代码、模型及环境指纹，确保身份不可伪造。结合国产商用密码（如 SM2/SM4）与零知识证明（ZKP）技术，实现身份的强认证与“最小化隐私披露”，验证方仅需确认身份合法，无需获取敏感详情联通智慧安全科技。
- 信任评估与管控：构建动态信任引擎，基于身份真实性、历史合规记录、实时行为意图（如语义安全分析）进行多维度量化评分，实现信任度的动态升

降与自适应调整。推行语义级最小权限控制，将权限粒度细化到“特定参数执行特定语义动作”，并通过即时令牌（JIT Token）实现“用完即焚”，杜绝权限驻留与扩散。

- 生命周期与互通：依托智能体互联网平台的数字身份模块，支持身份从生成、演化、验证到注销的全生命周期管理。通过注册发现服务与跨域边缘网关（如 5G SEPP），实现不同网络域、不同厂商智能体的身份互认与能力互通。同时，兼容 MCP、A2A、ANP 等主流智能体互联协议的身份认证规范，确保体系的开放性与互操作性。

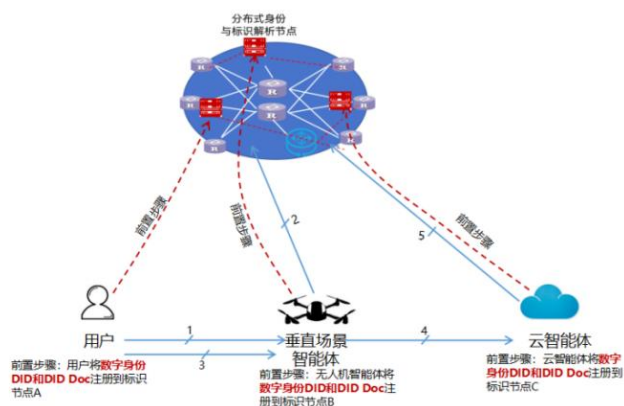


图 9 可信身份互联互通架构图

### 3.4.2. 安全与治理

智能体互联网安全与治理是面向多能力集合、多用户、多智能体分布式协同的核心场景，遵循数据与基础能力-单智能体运行-多智能体协同的分层治理逻辑，覆盖用户记忆、交互上下文等持久化数据、MCP/Skill 服务、调度管控、智能体执行环境、跨体交互全流程的一体化安全保障与合规治理能力。该能力针对智能体自主决策、开放服务复用、持久化数据存储、跨域协同带来的数据泄露、执行越权、交互失序、能力滥用等新型安全风险，构建分层防护、层间协同的全域安全体系，是支撑多主体智能体可信互联、安全交互、规范运行的基础保障能力。

智能体互联网的安全与治理是实现规模化开放互联与商业化落地的关键前提，有效弥补了传统应用安全体系无法适配智能体自主运行、分布式协同、开放服务生态的核心短板，同时进一步在现有单智能体、个人助手基础上扩展多智能体、多用户的安全防护能力。通过解决智能体协同秩序失控、跨体交互信任缺失、技能服务开放带来的漏洞扩散、执行环境越权逃逸、用户记忆与上下文泄露污染

等行业痛点，使得跨主体、跨域智能体安全协作、技能生态开放共享、用户隐私合规保护成为可能，同时降低生态协作安全成本，保障全域运行秩序，是推动智能体互联网发展不可或缺的核心支撑。

当前安全治理仍面临一定挑战，包括容器与沙箱隔离带来运行效率损耗，安全与性能平衡亟待优化；用户记忆、交互上下文等持久化数据防护存在薄弱环节，泄露风险突出；OpenClaw 等现有框架的单用户安全模型，无法适配智能体互联网多主体、分布式协同架构，亟需构建全域化、多租户的新型安全治理体系。

在智能体互联网背景下，需要充分考虑多能力集合、多用户、多智能体的特点，其实现遵循从数据、基础能力到单智能体再到多智能体的分层治理逻辑，层间协同融合形成一体化防护体系。数据与能力层聚焦核心要素安全，通过用户记忆、交互上下文的隔离加密、权限管控与全生命周期管理，保障持久化数据安全合规，同时建立技能服务准入规范与调度管控安全机制，通过 MCP 鉴权、Skill 分发管理等，筑牢能力供给的安全基础；智能体运行层聚焦单体安全，例如 OpenClaw 等依托容器与沙箱技术构建隔离执行环境，通过权限收敛、行为约束实现智能体运行风险可控，为上层协同提供安全单体支撑；多智能体协同层聚焦全域交互，通过交互身份校验、指令可信验证、协同秩序管控，保障跨智能体交互安全与调度有序。三层技术深度融合，数据与能力层为智能体运行与多体协同提供安全要素供给，智能体运行层为数据安全与协同交互提供底层环境保障，多智能体协同层统筹全局调度，实现各层安全能力的联动与闭环。

## 4. CubeMAP 实践

### 4.1. 算网运维智能体协同

在算网智能运维领域，当前面临本地能力受限、跨域协同不畅、故障处置低效的突出挑战；传统的云、边、端单点运维模式存在明显局限性，端侧、边侧运维节点受硬件资源、计算能力限制，智能运维能力有限，复杂任务仍依赖人工分析处理；同时各层级、各区域运维节点缺乏统一的协同机制，数据互通受限于网络和安全问题能力无法全域互联，跨域运维请求流转繁琐，故障处置需人工跨层级、跨区域协调，不仅响应滞后，还易出现处置不规范、信息偏差等问题，导致运维效率低下，难以满足大规模、分布式运维场景的实际需求。

基于智能体互联网服务平台 CubeMAP，中国联通研究院联合中讯邮电设计

院，紫金山实验室、北京邮电大学等产学研合作单位，成功开展了北京、郑州、南京等地跨域、跨主体的多智能体协同智能运维试验，如图 10 所示，验证了智能体互联网的三大核心能力：

**模型算力灵活供给：**实现了对大模型 API 算力的跨域算网融合调度，保障了智能体“大脑”算力的最优供给。

**智能体间高效协作：**通过协议转换，实现了服务化 API、ANP 等异构协议的互通，使不同技术架构的智能体“语言”兼容；通过注册发现平台，实现了智能体数字员工统一管理，以及基于任务意图的智能体语义检索与推荐。

**跨域智能体弹性组网：**根据任务需求，动态、灵活地为分布于不同网络域的智能体组建临时互联网络，保障协同任务的可靠执行。

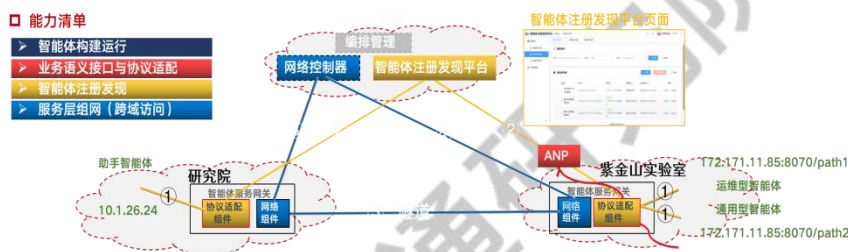


图 10 算网智能运维场景方案

该方案能够为跨域算网智能运维带来全维度价值，实现从“单域低效智能运维”到“跨域智能协同运维”的转变，具体收益如下：

**运营效率提升：**任务跨域流转效率提升，复杂运维任务闭环处理时间缩短，大幅提升跨域运维响应速度与处理效率。

**成本结构优化：**减少单点人工排障、跨域运维流人工投入，降低了跨域运维人力成本；避免因协议不统一、链路不稳定导致的设备故障停工损失，使得综合运营成本降低。

**协同能力升级：**打破跨域智能体能力壁垒，实现多智能体自主协同作业，跨域任务交互准确率提升，彻底解决跨域协同信息偏差问题。

**业务创新支撑：**构建的跨域算网智能运维应用范式，为算网一体化运维提供标准化、可复制的解决方案，支撑算网业务从单域管理向跨域协同、智能自主运维的模式转型，提升算网整体运维智能化水平。

## 4.2. 智能体电信网接入创新

当前，AI 智能体的使用大多需要依托互联网即时通信工具，还得安装特定应用，对很多人群不够友好。如何让人便捷、安全地接入智能体网络、使用智能

体服务成为智能体互联网的关键技术问题之一，中国联通研究院凭借广域覆盖的算网基础设施、可信的电话号码和成熟的通信服务能力，联合省分公司推出“电话号码即智能体接入点”核心方案，打通了传统电信业务网络与智能体互联网服务平台，可为智能体分配专属电话号码，用户通过普通电话、短信就能和智能体互联互通，大幅简化了智能体的使用入口。

为适配不同场景并兼顾号码合规，该方案设计了四种号码分配模式：个人绑定专属助手可选用共享服务号；家庭、企业等信任环境适合主号码+子号码的模式，还能通过白名单加强安全管控；独立号码可为智能体间复杂协同提供可信身份服务，需相关监管和政策支持；硬件模组+普通电话号码模式，能让智能体硬件直接具备语音、短信接入能力。

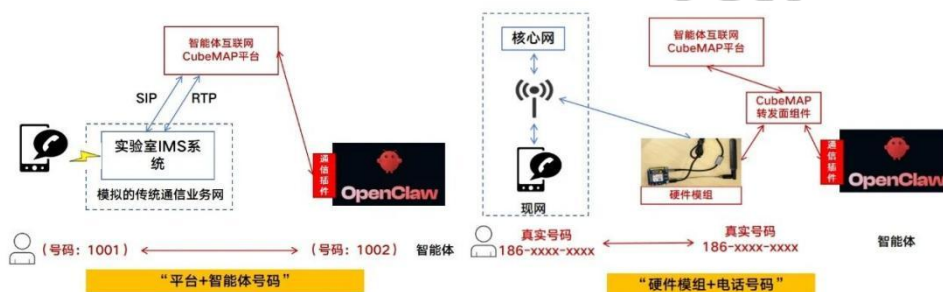


图 11 智能体电信接入网接入实践

目前，如图 11 所示已完成相关功能的初步原型研制与验证，不仅在实验室环境中实现了智能体号码分配、用户与智能体互呼等全流程功能，还通过硬件模组方案，实现了用户用电话、短信与家庭或办公室的个人智能体互联互通。

## 5. CubeMAP 服务场景

### 5.1. 垂直行业扩展

#### 5.1.1. 医疗行业智能体协同

在医疗复杂疾病诊疗场景中，当前面临多主体协同不畅、诊疗效率低、患者体验不佳的核心挑战。患者出现疑似重大疾病时，需医院、多学科专家、医保部门、药品供应商、卫健部门多方联动完成全流程服务，但传统协作存在明显局限：各主体系统独立、数据不通形成信息孤岛；多学科会诊依赖人工邀约，效率低下；治疗方案与医保、药品供应无法同步匹配；治疗全程缺乏动态协同，患者就医体验差。

基于智能体互联网的自主协同、智能决策、高效联动核心能力，可以有效破解上述痛点。通过引入医院智能体、专家智能体、医保智能体、药品供应智能体、卫健智能体，并为每个智能体提供安全可信任的唯一身份认证，并将其注册到智能体发现注册平台，利用智能体互联网分布式通信协议与数据共享平台，实现多主体全流程自主协同。具体而言，以医院智能体为核心，经患者授权且合规程序下采集诊疗数据、调取健康档案，自主发起联合会诊；专家智能体匹配领域专家，协同研讨出具诊断及治疗方案；医保智能体自动匹配政策、完成报销核算；药品供应智能体核查库存、规划配送；全程各智能体动态联动，保障诊疗连续性。

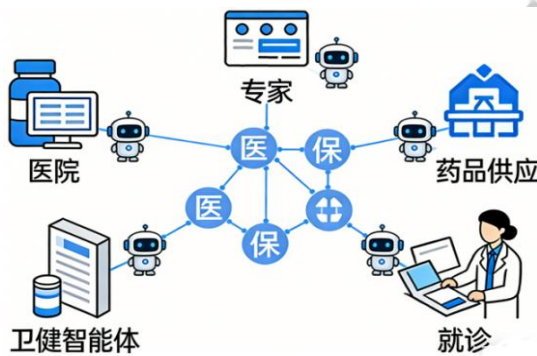


图 12 医疗智能体互联示意

该方案实现了从“分散人工协同”到“智能自主协同”的转变，可显著提升多主体协同与诊疗效率，大幅减少人工对接成本，优化患者就医体验，提高诊疗精准度，实现医疗资源合理调度，降低各主体协同成本，全方位提升医疗复杂诊疗场景的服务质量与运营效能。

### 5.1.2. 车联网场景智能体协同

在车路云一体化行驶场景中，当前面临多智能体协同不畅、数据传输滞后、安全隐患突出的挑战。车主驾驶车辆通勤时，路侧激光、雷达、摄像头及无人机持续采集车流、路况数据，车辆自身传感设备同步捕捉行驶状态，这些数据需实时传输至车辆及端侧智能体处理；车辆变道、盲区检测时需主动请求全局路况，同时需上传自身状态支撑红绿灯调度，且路况需同步至第三方地图，但传统协同方式存在明显局限性：数据传输时延高，无法支撑毫秒级决策；智能体交互被动，路况反馈不及时；车辆移动时端侧智能体切换繁琐，影响协同连续性；智能体接入安全不足，易遭受攻击，存在行驶安全隐患。

基于智能体互联网的自主交互、动态调度及安全可信能力，可以有效解决上述痛点。通过引入车辆智能体、路侧智能体、第三方地图智能体、安全认证及路由智能体，利用专网传输协议与协同平台，实现全流程智能协同：路侧激光、雷达、摄像头与车辆传感数据传输至车辆及端侧智能体进行数据处理，车辆智能体根据行驶状态主动发起路况请求，路侧智能体实时反馈全局信息，同时车辆智能体上传自身状态，支撑红绿灯动态调整，路侧智能体同步与地图智能体交互上报路况；路由智能体根据车辆位置，动态调度最优端侧智能体，构建低时延通路实现无缝切换；安全认证智能体实现多智能体安全接入与动态权限管理，车辆驶离辖区自动注销权限，防御中间人攻击。

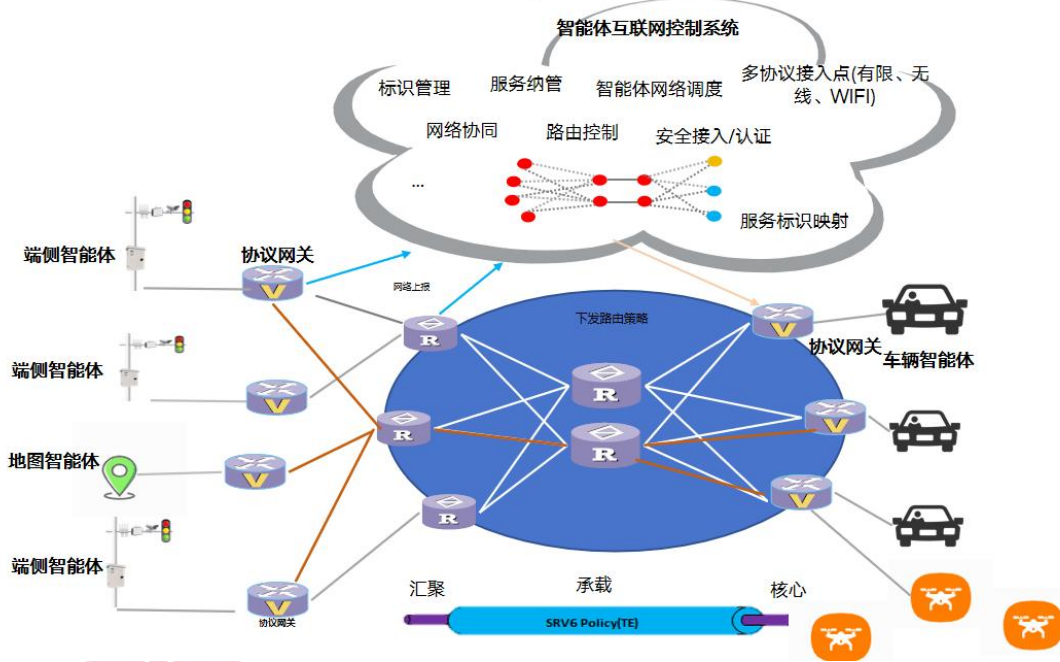


图 13 车联网场景互联方案

实现了从“被动协同”到“主动智能协同”的转变，为车联网专网及车路云一体化发展带来全局性价值，优化全域交通协同调度能力，提升道路通行效率，缓解交通拥堵，助力智能交通体系升级；同时保障多智能体协同的连续性与稳定性，打破信息壁垒，构建高效协同的车路云生态。

### 5.1.3. 工业场景具身智能协同

具身智能是将智能的认知、决策能力与物理实体载体深度融合，打破传统虚拟智能仅能在数字空间运行的局限，实现“感知—决策—执行”全流程闭环，可在真实物理场景中自主响应环境变化、完成复杂任务，工业领域是具身智能场景

落地的核心阵地。但其规模化落地仍面临诸多瓶颈：感知范围有限，难以实现复杂环境多模态感知融合；本地算力不足，无法承载海量感知数据实时处理，影响决策时效性；多机协同易因通信延迟产生冲突，协同效率低下；云端交互受带宽与延迟制约，传统网络无法支撑多机器人高频数据交互，制约其产业落地。

在工业领域中，如图 14 所示，依托智能体互联网的协同架构与服务语义路由技术，实现具身智能体的多模态感知融合与跨场景高效协同工作。该技术能够无缝衔接具身智能机器人、云端算力与环境感知设备，实现数据共享与算力协同；同时整合视觉、触觉、力觉等多模态感知能力，突破传统工业机器人预设程序的局限，支持柔性生产、精密装配、质量检测与设备维护等全流程自主作业，并与生产系统、仓储系统精准联动，实时反馈作业状态、优化生产策略，从而推动工业生产向柔性化、智能化升级，有效破解传统工业机器人灵活性不足、协同效率低的痛点。

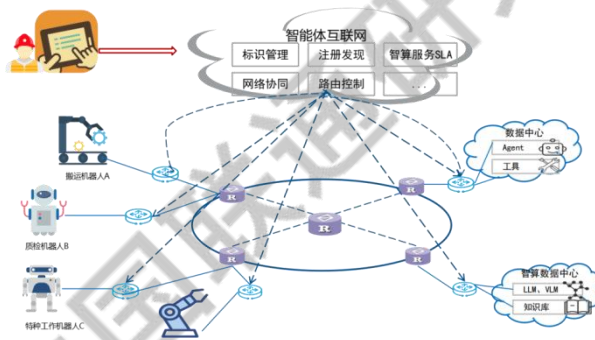


图 14 工业领域具身智能体互联示意图

该方案能够带来显著的技术与商业价值，助力工业领域具身智能的规模化落地。它实现了从传统工业机器人“刚性自动化”到具身智能体“柔性智能化”的转变，能够显著提升生产效率，有效降低运营成本，并大幅缩短设备故障响应时间，从而全面提升生产线的灵活性、协同效率与整体运营水平。

## 5.2. 智慧生态升级

### 5.2.1. 智慧城市

当前智慧城市建设在规模化推进中面临多重核心难点：跨部门数据壁垒导致“信息孤岛”，政务、交通、应急等领域数据难以互通共享，制约协同治理效率；传统治理模式以被动响应为主，缺乏对交通拥堵、公共安全风险等城市运行问题的主动预判与动态优化能力；城市异构系统繁多，不同场景的硬件设备、软件平

台接口不统一，导致资源调度僵化、运维成本高企；同时，海量城市数据的安全共享与隐私保护难以平衡，进一步限制了智能化治理水平的提升。这些痛点使得智慧城市难以实现全域协同、高效运转的核心目标，亟需全新的技术架构提供相应支撑。

智能体互联网作为“连接智能、协同价值”的下一代网络范式，与智慧城市的发展需求高度契合，成为破解治理难题的关键路径。其核心在于将城市中的政务服务、交通管理、设施运维等场景拆解为具备自主感知、决策与协同能力的智能体单元，通过标准化协议与语义通信技术，打破异构系统与数据壁垒，实现跨领域、跨层级的智能协同。相较于传统技术架构，智能体互联网赋予城市治理“自主协同、动态进化”的核心能力，推动城市从“设备互联”向“智能互联”跃迁，为智慧城市构建起灵活、高效、可扩展的运行底座。

### 5.2.2. 智能家居

在智能家居控制领域，当前的学术研究与行业发展正面临异构设备难以协同、服务体验僵化以及云端计算架构受限等重重挑战。首先，异构设备形成了显著的“智能孤岛”。随着家庭网络中摄像头、传感器、智能家电等终端设备数量的激增，不同厂商往往采用私有协议与接口，导致跨品牌、跨设备协同困难，造成了“物理连接已通，但业务逻辑未通”的割裂局面。其次，传统的控制方式导致服务体验僵化。现有的智能家居系统高度依赖预设的自动化规则或固定的语音指令，缺乏对用户模糊指令（如“我感觉有点冷”）和复杂真实意图的深度理解能力，难以提供自然、主动的智能服务。此外，云端集中式调度架构暴露出严重短板。一方面，完全依赖云端决策会遭遇网络传输瓶颈，导致安防监控、健康跌倒检测等核心场景的响应时延过高，且在外部断网时极易致使本地设备失去控制。另一方面，家庭场景涉及极具私密性的视音频及生活轨迹数据，传统的云端全量处理模式极易引发用户的隐私焦虑，并带来切实的数据泄露风险。

基于智能体互联网的智能体发现注册、可信身份授予、按需组网等关键技术，并结合标准化的多智能体协同协议与调度平台，实现了从环境感知、任务理解到设备控制的完整闭环 AI 行为链条。以“老人紧急看护”业务为例，当端侧手环检测到心率异常或摄像头识别到跌倒行为后，边缘智能体会即时截获异常信号并触发“紧急问诊”流程进行本地快速决策；同时，自动联动云侧调取病史、通知家属，并指令端侧开启门锁临时权限。整个危机处理过程由多层级智能体自主协

商、协同响应，实现了真正意义上的主动智能与极速救援。

### 5.2.3. 智慧办公

在企业日常运营与管理中，员工时常面临在移动、外出或紧急状态下处理办公事务的需求。传统的处理方式存在显著局限：若通过电脑登录 OA 系统，受设备与网络限制；若拨打行政部门电话寻求代办，则需等待、转接，且依赖人工记录与后续手动录入系统，流程繁琐、耗时漫长，且易出错遗忘。尤其在订票、紧急报销、即时查询规章制度、接收并确认关键任务等场景下，当前方式在效率、便捷性与协同流畅度上均存在瓶颈，影响员工体验与业务响应速度。

基于智能体互联网平台 CubeMAP，可构建一个以语音为入口的 OA 互联服务体系。通过引入语音交互智能体，并利用智能体间标准化的通信协议与平台，实现以下流程优化：员工直接拨打指定服务号码，语音智能体理解其需求，自动唤醒并协同订票智能体、财务流程智能体、知识库查询智能体或任务管理智能体，完成身份验证、信息收集、系统查询、流程触发与结果反馈的全过程。

该方案能够为企业运营与员工体验带来多重价值，实现从“人工跑腿、多端切换”到“一句话服务、一站式办结”的转变：

- 大幅提升运营效率与体验：提供 7x24 小时即时服务，将常见事务处理时长从平均小时级缩短至分钟级，提升事务处理效率和员工满意度。
- 强化协同与执行力：任务提醒与确认、制度查询变得触手可及，确保信息精准触达与行动及时反馈，增强了组织协同的可靠性与政策执行的规范性。
- 创新服务接入模式：为企业提供了一个低门槛、高包容性的服务新渠道，尤其便于不擅长使用复杂软件或处于特殊工作环境的一线员工，拓宽了数字化办公的覆盖范围。

## 6. 未来展望

互联网正处在从“连接信息”向“连接智能”演进的关键阶段。智能体互联网作为下一代互联网发展的重要方向，将重塑数字经济的运行模式与社会协作的基本形态。这不仅是技术架构的重构，更意味着以智能体为关键生产要素的生产力提升。中国联通发布的 CubeMAP 智能体互联网平台，正是面向这一发展趋势所构建的关键基础设施与创新基座。

展望未来，CubeMAP 平台将持续迭代升级，其核心价值将超越单一的技

术功能集合，成为支撑智能体生态发展的基础平台。随着平台能力的持续完善与开放，一个由海量、异构、自主的智能体构成的协同网络将逐步形成。在此网络中，智能体将作为服务的创造者、消费者与协作者，基于平台提供的可信身份、全局发现、意图编排与确定性保障，自主完成跨域、跨平台的复杂资源调度；同时，已有电信网络基础设施和能力将得到最大先对的发挥。这将催生出全新的自动化场景与智能原生应用，从个性化的智慧生活，到全局优化的产业互联，智能体互联网将成为社会运行的重要支撑。

在标准化推进方面，中国联通将深度参与全球与国内标准制定：在 IETF 层面，依托 CubeMAP 架构推动智能体通信架构、网关协议及数据同步等技术文档落地；在 ITU-T 层面，积极跟进智能体通信网络演进研究报告，将 CubeMAP 的多模态协议分流、服务语义路由等核心能力融入未来网络框架定义；在 CCSA 层面，已在相关技术委员会立项智能体网关相关标准，以 CubeMAP 为技术底座为国内产业提供可落地的实践指引。

在生态构建方面，中国联通将以“基础框架-核心能力-场景规范”为脉络，依托 CubeMAP 打造开放协同的智能体互联网生态：以智能体互联网架构为顶层设计，基于 CubeMAP 定义注册发现、服务语义路由、数字身份鉴权等共性技术标准，以企业专网、智能运维等场景为抓手，创新商业模式。中国联通将依托其在网络、算力与连接领域的深厚积淀，持续深耕 CubeMAP 平台，与产业各界携手，共同推进标准共建、技术共研与生态共赢。

以 CubeMAP 平台为支撑，智能体互联网必将加速“人工智能+”行动的全面落地，赋能千行百业的数智化转型，最终为经济社会发展注入新的、更强大的智能动能，共同开启从“连接万物”到“智能涌现”的新篇章。

## 缩略语列表

缩略词	英文全称	中文全称
CubeMAP	Model-Agent-Protocol	模型智能体协议框架
CUBE-Net	Cloud-oriented Ubiquitous-BroadBand Elastic Network	面向云服务的泛在宽带弹性网络
IoA	Internet of Agents	智能体互联网
AI	Artificial Intelligence	人工智能
AI Agent	Artificial Intelligence Agent	智能体
API	Application Programming Interface	应用程序编程接口
DNS	Domain Name System	域名系统
QoS	Quality of Service	服务质量
SIP	Session Initiation Protocol	会话初始化协议
SMS	Short Message Service	短信服务
CT	Communication Technology	通信技术
TCP	Transmission Control Protocol	传输控制协议
UDP	User Datagram Protocol	用户数据报协议
SRv6	Segment Routing IPv6	IPv6 分段路由
gRPC	Google Remote Procedure Call	谷歌远程过程调用
SSE	Server-Sent Events	服务器发送事件
GraphQL	Graph Query Language	图形查询语言
A2A	Agent-to-Agent	智能体到智能体
ANP	Agent Network Protocol	智能体网络协议
MCP	Model Context Protocol	模型上下文协议
DID	Decentralized Identifier	去中心化标识符

缩略词	英文全称	中文全称
VC	Verifiable Credential	可验证凭证
ZKP	Zero-Knowledge Proof	零知识证明
JIT	Just-In-Time	即时
W3C	World Wide Web Consortium	万维网联盟
SM2	SM2 Cryptographic Algorithm	国密 SM2 算法
SM4	SM4 Cryptographic Algorithm	国密 SM4 算法
SEPP	Security Edge Protection Proxy	安全边缘保护代理
IETF	Internet Engineering Task Force	互联网工程任务组
CCSA	China Communications Standards Association	中国通信标准化协会
OA	Office Automation	办公自动化



中国联通研究院

## 参考文献

- [1] 中国联通 CUBE-Net3.0 网络创新体系白皮书[R]. 2021.
- [2] 中国联通.中国联通面向无状态计算服务的算力网络白皮书[R]. 2025.
- [3] 中国联通.中国联通信息中心网络与算力网络融合技术报告[R]. 2025.
- [4] 中国联通.面向 Web3.0 的数字实体互联白皮书[R]. 2025.
- [5] 中国联通.算力网络人工智能模型推理算力度量研究报告[R]. 2025.
- [6]张岩, 王立文, 曹畅, 等. 面向无状态计算服务的算力网络技术研究[J]. 通信学报, 2025,46(9):47-64.
- [7] Model Context Protocol (MCP):  
<https://www.anthropic.com/news/model-context-protocol>
- [8] Agent Network Protocol(ANP): <https://agent-network-protocol.com/specs/white-paper.html>
- [9] Agent2Agent(A2A): <https://google.github.io/A2A/#/>
- [10] Cisco, The Internet of Agents White Paper. Mar 2025.
- [11] 刘军,禹可等, 北京邮电大学, 智能体互联网 - 定义、架构与应用. 2025.
- [12] 刘军,禹可等, 北京邮电大学, ACPs: 面向智能体互联网的智能体协作协议体系. 2025.
- [13] Agent Network Protocol(ANP)技术白皮书 V2: 走向开放的智能体互联网.2025.



中国联通研究院是根植于联通集团（中国联通直属二级机构），服务于国家战略、行业发展、企业生产的战略决策参谋者、技术发展引领者、产业发展助推者，是原创技术策源地主力军和数字技术融合创新排头兵。联通研究院以做深大联接、做强大计算、做活大数据、做优大应用、做精大安全为己任，按照4+1+X研发布局，开展面向CUBE-Net 3.0新一代网络、大数据赋能运营、端网边业协同创新、网络与信息安全等方向的前沿技术研发，承担高质量决策报告研究和专精特新核心技术攻关，致力于成为服务国家发展的高端智库、代表行业产业的发言人、助推数字化转型的参谋部，多方位参与网络强国、数字中国、智慧社会建设。联通研究院现有员工近700人，平均年龄36岁，85%以上为硕士、博士研究生，以“三度三有”企业文化为根基，发展成为一支高素质、高活力、专业化、具有行业影响力的人才队伍。

## 战略决策的参谋者 技术发展的引领者 产业发展的助推者

态度、速度、气度  
有情怀、有格局、有担当

态度、速度、气度

中国联合网络通信有限公司研究院

地址：北京市亦庄经济技术开发区北环东路1号

电话：010-87926100

邮编：100176



中国联通研究院



中国联通终端技术