

智能化网络解决方案

uSmart Athena 2.0 白皮书



目录

引言	3
1. 5G 网络带来的新挑战	4
1.1 网络管理复杂性带来的挑战	4
1.2 网络资源效益最大化带来的挑战	4
1.3 体验为王带来的挑战	4
2. USMART ATHENA 2.0	5
3. 应用场景	8
3.1 5G 移动业务场景	9
3.2 宽带接入场景	10
3.3 高价值政企业务场景	12
3.4 垂直行业业务场景	14
3.5 跨域端到端场景	15
3.6 园区网络场景	17
3.7 数据中心网络场景	19
4. 典型实践	21
4.1 基于意图的业务自动开通	21
4.2 端到端智能切片	22
4.3 基于机器学习和知识图谱的配置稽核	23
4.4 基于 AI 的光纤弱光精准定位	24
5. 未来展望	26
6. 缩略语	27

引言：

从电信网络 1970 年代诞生以来，经历了模拟通信，数字通信，互联网通信，移动互联网通信等多个阶段，每个阶段都极大促进了社会生产力的提升以及新兴产业的发展。根据 Omdia 预测，到 2024 年，全球将有 400 个 5G 网络投入运营，且全球非 M2M（机器到机器）连接的近四分之一将由 5G 网络来提供，在这个被称为第四次工业革命关键技术之一的 5G 网络时代来临之际，电信网络需要具备何种能力与之匹配，是产业相关企业都共同关注的问题。

中兴通讯认为，5G 是以客户体验为中心的网络，需要及时满足不同场景、差异化的行业需求，这些需求中，不仅包括大带宽、低时延、高安全，还包括高效的构建网络，快捷的发布业务，实时的感知网络状态、快速的故障诊断、精准的流量预测和优化、以及系统的开放可靠。满足这些需求，传统的电信网络技术和架构、方式难以为继，需要新的理念和技术支撑。近些年来，随着业界在 AI、大数据、云计算、SDN&NFV 等新技术的探索，智能化被一致认为是 5G 网络以及未来网络的核心能力。



基于对 5G 有线网络新需求的深刻把握和在 SDN、机器学习、大数据、知识图谱、意图网络等技术领域的强大技术实力，中兴通讯创新性推出智能化网络解决方案 uSmart Athena 2.0，包含作为智慧核心的管控融合系统 ZENIC ONE 和具备泛智能特性的电信设备网络两大部分，实现 5G 有线网络的全生命周期的智能化闭环，满足 5G 时代网络的发展需要，并基于先进的智能化架构，实现网络智能的不断进化，适应网络的快速发展，推动实现自治网络的到来。

1.5G 网络带来的新挑战

1.1 网络管理复杂性带来的挑战

5G 时代，网络规模增长迅速，设备规模预计增长 10 倍以上，业务量更会增长数十倍。海量的网络管理规模在网络 CAPEX，OPEX 以及网络效率等方面带来如下挑战：

- 各种业务的突发性对于用户需求及时响应方面的要求。
- 由于用户对网络业务质量寄予更高要求，网络流量、丢包、时延、抖动等都需要进行实时的感知、分析、处理和修复。
- 作为网络基础性工作，如何实现网络自身的快速部署、敏捷调整、及时扩展。

1.2 网络资源效益最大化带来的挑战

5G 对各个行业、个人的信息使用带来了根本改变，根据 Gartner 预测，到 2022 年，全球 5G 手机用户将达到手机市场的 43%，手机平均流量达到 15G/bit，物联网接入设备在 2025 年将达到 260 亿台，网络流量将增长 7 倍以上。用户对流量的需求随着如高清视频通话、远程实景会议、VR 比赛直播等新业务的快速发展而迅速增长，这使得网络资源面临着前所未有的压力；同时由于网络业务具有不确定性、突发性的特点，要求网络还需具备实时分析整个网络的资源使用情况，准确预测未来的变化，实时调整优化网络资源的能力。

1.3 体验为王带来的挑战

5G 时代是以用户体验为中心的时代，优质的用户体验是获取用户、保有用户、发展用户的核心因素。无论是对 To B 业务，还是 To C 业务，用户体验的优劣主要表现在如下几方面。

- 业务是否能够简易上线

传统方式下，用户业务经常需要 1 天，甚至 1 周以上才能上线，而现在用户期望值在分钟级，这对于大型网络、复杂业务而言，尤其困难。

- 业务质量能否实时监测

传统方式下，用户业务质量监测一般以 15 分钟、24 小时为周期进行监视、采集和分析，而现在用户期望达到实时、秒级的质量监测周期，特别是对于 To B 业务用户来说，对

网络业务质量的实时监测是保障其内部系统正常运行的基础，而传统方式难以实现。

- 业务故障能否无感知修复

传统方式下,大量的运维故障是在业务质量已经下降到直接影响用户体验而投诉时才发现的,故障的出现和长时间的故障修复严重影响了用户体验。但受限于技术条件,传统方式无法及时发现业务隐患、故障并自动修复；

- 业务带宽能否随意变化

传统方式下,业务带宽可以通过 CIR、PIR 来限定,虽然具有一定的灵活性,但高价值用户期望业务带宽可以随意变化,以保障其最佳的业务体验,而传统方式是无法支持的。

综上所述,5G 网络带来的挑战前所未有,需要有新的理念和技术,来迎接挑战,满足需求,推动发展。

2.uSmart Athena 2.0

中兴通讯智能化网络解决方案 uSmart Athena 2.0 (后文简称为 Athena 2.0),作为中兴通讯自主进化网络解决方案的有线网络部分,目标是构建一个最简“捷”、全生命周期的、面向 IBN (基于意图的网络)的新一代有线网络,推动网络智能自主进化,从而最终实现自治网络。Athena 2.0 相比上一代解决方案,完善了 AI 与大数据平台的能力并可以覆盖更全面的业务场景。它通过意图来实现与用户的友好互动,实现用户意图的快速部署,极大提升用户体验,在降低网络运维成本的同时最大限度释放网络潜能和价值。

Athena 2.0 包含 2 大部分,作为智慧核心的新一代智能化管控析系统 ZENIC ONE,和具有超强能力的有线设备网络。ZENIC ONE 实现网络的智能化闭环,用户可以通过简洁交互界面表达其意图,系统准确理解用户意图后,进行意图的翻译和业务方案选择,然后进行业务的自动验证,自动下发到物理设备上,在用户意图存在的整个周期内,实时监测用户意图的质量,提供网络质量的实时可视,基于 AI 技术识别网络存在的异常,并自动对异常进行分析诊断,根据策略进行自动的异常恢复或提供异常恢复的建议供用户处理,同时基于大数据的学习、训练形成的网络模型,进行网络流量预测,根据用户意图及时优化业务的带宽、时延、路由等,确保完全符合用户意图。

新一代有线设备是用户意图部署实现的基石。它的超强能力体现在:基于持续的电信技术创新,承载设备可提供超高容量的带宽,并支持数万台设备的超大规模组网,满足 8K 视频、云计算、5G 等应用的需要;提供 SPN、IPRAN、OTN、交换机、宽带接入、微波等丰富的网络技术,并覆盖传统网络(包括 WSON 网络)、SDN 网络,从而满足不同场景、不同制式、不同用户的网络需要;提供 E2E SR 技术简化控制协议,大大降低网络复杂度,实现网络端到端的快速发放;提供 FlexE、FlexO、小颗粒等技术实现不同粒度的网络切片,

通过统一的物理网络设施提供多个逻辑网络，满足不同行业客户或特定场景差异化需求。每个切片网络聚焦于特定需求，简单且高效，满足用户业务隔离需求的同时，支持网络超低时延。

Athena 2.0 通过 ZENIC ONE 给电信网络赋予智能，ZENIC ONE 是 Athena 2.0 的智慧核心，起到网络大脑的作用。基于对人类智能的深入思考，ZENIC ONE 参照人类智能的架构，构建了一个高级智能系统。

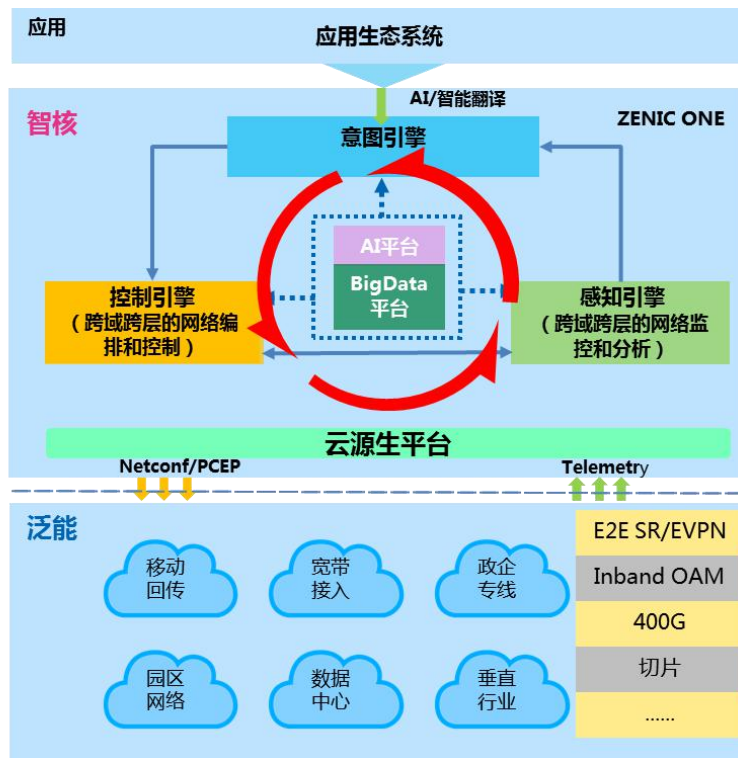


人类智能

作为地球上的万物之灵，人类的智能处于生物链的最顶层，其根本是因为人类神经系统中的大脑极度发达。人类神经系统包括了大脑（中枢神经）和遍及全身的神经组织（周围神经），周围神经负责将外界和身体内部的信息上报到大脑，并将大脑的指令下达到身体有关部位。大脑内部可以简单划分为感知、思考、执行三大处理过程，感知就是灵敏地接收和分析全身神经系统上报的各种感觉信号，思考就是大脑对感觉和分析的信息进行快速的综合理解、判断和决策，进而形成最优应对方案的过程，执行就是大脑将应对方案分解，并下达到身体有关部位，从而完成最优的应对。

这个过程中，人类的大脑还提供了历史记忆信息和当前信息给感知、思考部分，同时，感知和思考部分也要利用大脑的抽象、建模、想象等能力，提高感知、意图的效率。

ZENIC ONE 的架构则参考了人类智能，形成感知引擎、意图引擎、控制引擎和 AI 平台、BigData 平台的系统架构。ZENIC ONE 具有不断自主进化的能力，使得系统智能不断提升，最终使电信网络成为一个具有高级智能的人类通信伙伴。



Athena 2.0 方案系统架构

意图引擎与控制引擎、感知引擎相互协作形成一个智能化闭环。借助意图引擎，用户可以通过语音、文字、意图场景等多种输入方式表达其意图，系统与之交互确认，提升易用性的同时，实现意图表达的完整性、去模糊性，构建起用户与网络之间的桥梁。此外，意图引擎还实现了一致的意图实现流程，即不管是用户输入的意图，还是网络内部的修正/优化意图，都会转化为统一的网络意图表达模型，并自动进行方案设计和方案验证。

控制引擎包含网络编排、网络控制、网络管理服务。网络编排服务可解决跨域跨层跨厂家协同问题，提供端到端业务的快速发放，比如云网融合业务的端到端打通；网络控制服务可支持 IP/IPRAN、PTN/SPN、OTN 等网络的控制，并与网络管理服务紧密配合实现对各类网络的统一管控。

感知引擎利用 Telemetry 技术构筑信息传递的实时通道，将物理网络的状态信息迅速上报，从而进行网络分析、推理、预测。感知引擎通过海量数据的关联分析和深度挖掘来实时感知网络、业务状态、质量，通过 BigData 平台和 AI 平台提供的数据和算法模型，进行网络业务异常的识别、预警，同时对网络未来变化进行预测，发现网络可能隐患。

BigData 平台是 Athena 2.0 解决方案的网络数据基础平台，所有的网络配置、运行、状态数据都集中于 BigData 平台中，是物理网络的孪生数据网络，为 Athena 2.0 解决方案其他部分运行提供数据基础支撑。BigData 平台提供各个层次的丰富数据服务，包括各类结构化、非结构化数据，以及基于图数据库的知识图谱。

AI 平台为中兴通讯统一的 AI 平台：uSmartIngisht 平台，是为各种网络服务和组件提

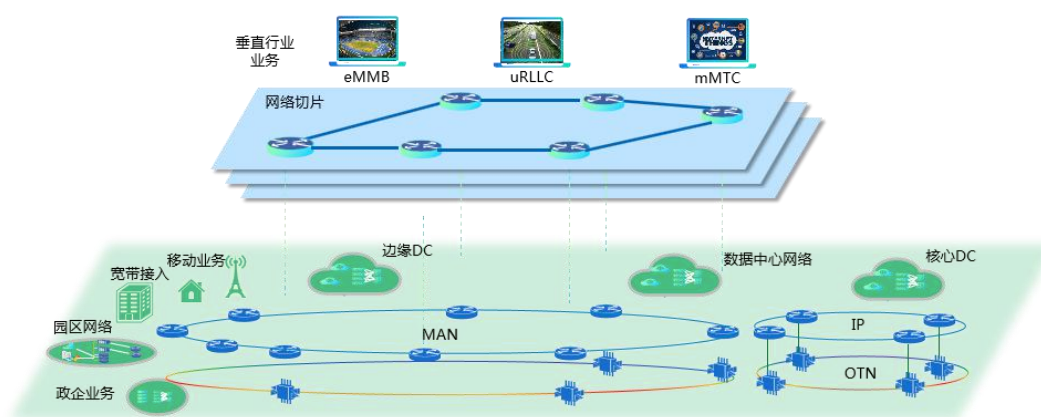
供 AI 算法及服务的基础平台。AI 平台面向电信网络，提供强大而丰富的 AI 框架、算法、接口，并根据 BigData 平台的数据，不断改进优化，为 Athena 2.0 解决方案的其他部分运行提供 AI 技术支撑，提升整个方案的智能化水平。

同时 Athena 2.0 解决方案提供北向接口服务对接运营商 BSS/OSS 系统，并提供租户 APP 和运营商 APP，与 BSS/OSS 系统一起实现用户业务自动发放，实现对客户新业务新需求的快速满足。

新一代有线设备具有超大的带宽、简化的 E2E SR 网络协议、灵活的网络切片、多层次 VPN 业务、精准的时钟时间等丰富的网络技术，实现不同网络的无缝对接，并具备完善的多层次的网络和业务保护能力，同时还具有敏捷的“神经末梢”，包括 Inband OAM、TWAMP、NetFlow、性能监视、告警监视等，能够将网络、业务运行情况实时捕获，并通过“神经网络” Telemetry 上报给网络的智慧核心 ZENIC ONE。正是基于遍及全网络的“神经末梢”捕获的信息，ZENIC ONE 才能进行各种智能化分析、决策，实现网络最优化。

3.应用场景

基于用户的不同需求，网络应用场景不尽相同，总体上主要分为 5G 移动业务、宽带接入业务、政企业务、垂直行业业务、跨域端到端业务、园区网络、数据中心网络等多个场景。Athena 2.0 解决方案实现对有线网络全场景覆盖，在实践中取得了一系列成果，满足不同用户对网络的需求，提升用户的网络体验。



有线网络全场景

3.1 5G 移动业务场景

1) 场景简要介绍

5G 成为产业信息升级的加速器、数字建设的新基石，可以推进无人驾驶和大数据领域的发展，帮助智能家居领域迅速崛起，促进智慧城市建设，促成虚拟现实的大力发展。5G 网络需要支撑未来车联网、工业控制、智能制造、大视频等业务。对于承载网而言，面临着大带宽、大容量、稳定低时延、海量连接的业务需求。

2) 关键需求和挑战

移动通信系统经历了迅猛的发展，逐步形成了包含多种无线制式的复杂现状，各种接入技术长期共存成为突出特征，如何实现 2G/3G/4G/5G 网络的高效动态管理与协调，同时满足 5G 的技术指标及应用场景需求是 5G 多网络、多业务融合的主要技术挑战。

5G 网络全面云化，在带来功能灵活性的同时，也带来很多技术和工程难题。首先网络云化使跨层故障定界定位和后期升级过程更加复杂而低效。其次，边缘计算的引入使网元数目倍增，也会导致建设和维护工作量成倍增加。最后，微服务化技术发展，针对不同用户进行定制化业务对网络业务编排能力提出极高要求。

3) ZTE 解决方案及特点

Athena 2.0 解决方案提供 5G 网络全生命周期的解决方案，满足三种 BackHaul 建网场景（4G 网络扩容/4G 网络升级/5G 网络全新建），支持网络快速构建、基站业务快速开通，提供单端口 200G 及多端口聚合的超大带宽通道，同时支持 10M 粒度的 TSN 通道，从而满足 5G 移动业务超大带宽、低时延业务需求，并提供高精度智能时钟时间功能。通过 Inband OAM 技术实现对业务 IP 流全面监控、维护，通过智能诊断工具解决网络故障定位困难的问题。Athena 2.0 解决方案在 5G 移动场景具备如下特点：

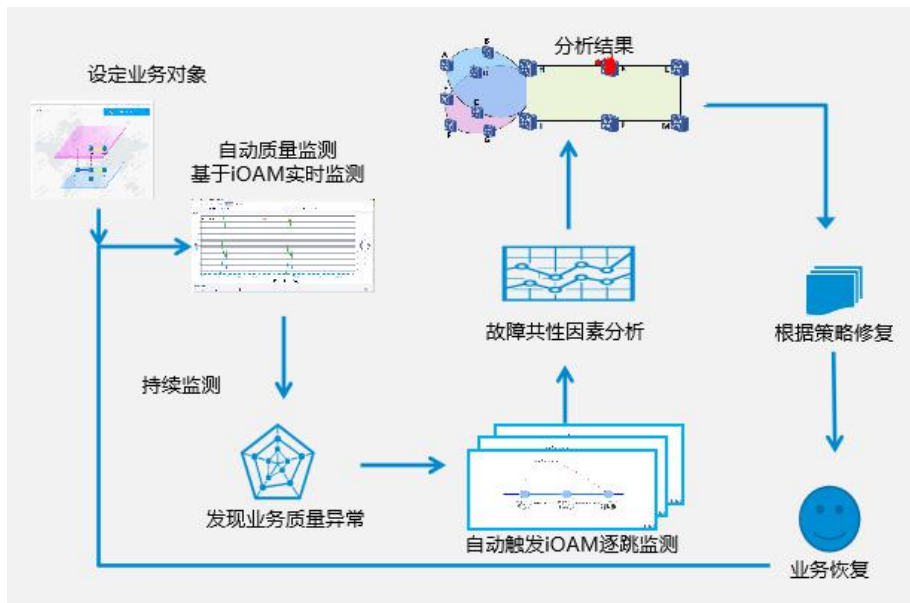
- 基于意图的基站业务快速开通

现有基站业务开通效率低下，Athena 2.0 解决方案实现基站业务自动化开通功能，在增加基站时，ZENIC ONE 依据移动基站业务意图，自动分配设备 IP、VLAN 等数据，自动增加业务节点、自动计算隧道和发布路由，并自动下发配置信息到设备，实现承载侧业务自动开通，从而将基站业务开通效率提升 80%。

- 智能故障诊断（群障分析）

群障指的是网络在同一时间内（如 60s 内），多个业务或网络对象的质量出现异常（业务中断、时延越限等），造成多个用户业务质量下降甚至中断，对网络运营、客户体验造成负面影响。传统运维方式下，往往对每一个故障进行定位，故障定位往往需要数周甚至更长

时间，群障的分析、定位效率低，且对运维人员要求极高。Athena 2.0 解决方案提供智能群障分析功能，实现网络业务实时主动监测、高效分析，基于 AI 平台算法，在群障发生时，快速定位关键群障故障（如问题网元/链路/单板/端口等）。在定位故障后，基于策略自动触发业务重路由，最快修复业务，保障业务质量，实现对业务质量的闭环保障。



智能群障分析

- 高精度智能时钟/时间配置

目前网络工程中尚不具备成熟的时钟/时间故障排查能力，时钟/时间故障只能依赖人工排查，效率低下。Athena 2.0 解决方案提供智能时钟时间配置功能，实现 5G 网络时钟/时间智能配置，同时提供时钟/时间智能诊断工具，快速高效分析出时钟时间网的故障点，从而快速恢复故障。

3.2 宽带接入场景

1) 场景简要介绍

随着 4K/8K、在线游戏、VR/AR 等业务的逐渐普及，用户对宽带接入网络的要求也从单一的高带宽，向高质量、超流畅等优质体验转变。而传统基于用户投诉驱动，依赖人工经验的宽带接入网络运维模式，无法高效保障宽带接入网络品质。宽带接入网络引入人工智能（AI）、大数据分析技术，基于云计算平台的超强采集和计算能力，能够从多个维度提升家宽品质，帮助运营商实现宽带服务品质和宽带业务质量的双提升。

2) 关键需求和挑战

- 光纤弱光导致用户投诉多

光纤链路弱光会造成用户网速下降，甚至业务中断等故障。传统 ONU 弱光整治需要人工逐个 PON 口排查，费时费力、效率低下。并且，不合理组网方式、分光比超限等弱光原因难以判断。

- 业务质量与用户体验不匹配

传统基于网络设备指标的运维手段，无法直接、准确反映出家庭宽带用户的真实业务体验。良好的设备运行性能指标并不等于良好的用户体验，网络层面相关的数据与用户体验无法关联，缺乏智能的分析手段，无法面向用户体验网络运营。

- 家宽 WiFi 故障定位难

家庭网络内部 WiFi 覆盖带来宽带网络体验便利性的同时，家庭网络运维面临故障投诉多、定位难等问题，WiFi 信号干扰、WiFi 覆盖不足等成为新的运维痛点。

3) ZTE 解决方案及特点

Athena 2.0 解决方案面向家庭宽带用户提供立体化的运维支撑手段，主要包括三个应用场景：接入网络层的智能运维，家庭网络内部的智能运维，以及家宽业务层的端到端智能运维。Athena 2.0 解决方案基于 BigData 和 AI 平台，快速、精准、主动分析各类故障，全方位保障家庭宽带用户的宽带业务体验，具备如下特点：



宽带接入场景

- 弱光精准定位

Athena 2.0 自动高频、全量采集光纤宽带接入网上的几十种光链路特征数据，通过 BigData 平台对光链路数据进行特征识别、抽象和挖掘，将采集的原始数据转换为更能代表预测模型的基础问题特征，然后采用 AI 平台中的朴素贝叶斯分类算法、AI 故障特征决策树等算法进行数据训练和建模，进行持续比对、训练，精准定位弱光原因，包括光模块故障、光纤故障、分光器故障等；从而准确定位弱光根因。

- 基于用户体验的质差分析

Athena 2.0 提供基于用户体验的质差分析能力，自动采集宽带用户体验相关的大量数据，依托 BigData 平台，全面量化、真实准确呈现宽带用户的网页浏览、视频观看、文件下载等不同业务的用户真实体验，并帮助运维人员快速、准确定位出质差用户、节点、内容源等，主动优化故障点。质差节点、用户、内容源的识别准确率超过 98%，实现向基于业务指标的用户体验运维服务转型。

- WiFi 故障智能定位

Athena 2.0 采用专有的家庭网络质量综合指数评估模型，基于自动采集的家庭网络链路中 WiFi 信道、信号强度、连接速率等几十种特征质量数据，全面评估家庭网络综合健康度，以分值的方式直观展现家庭网络质量状况。基于 BigData 平台，分钟级识别出信号干扰、连接质量、覆盖等问题的质差家宽用户，并通过 AI 平台进行模型训练和修正，自动学习并预测出家庭 WiFi 最优信道，在云端远程自动进行信道调优，最大程度保障用户家庭 WiFi 体验。

3.3 高价值政企业务场景

1) 场景简要介绍

OTN 政企专线是运营商面向重要政企客户（金融、互联网、党政军等高价值用户）打造的广覆盖、高品质、低时延、业务随选、快速响应的政企专线承载网络。OTN 专线业务分为跨省专线、省内专线以及地市内专线，涉及到的 OTN 节点包括国干、省干、城域、CPE 等节点。典型的国干、省干节点采用网状化组网，波长级采用 ROADM 进行光层调度，子波长级采用电层 OTN 调度，以实现高效网络调度以及最优时延体验。

2) 关键需求和挑战

政企 OTN 面临如下几个方面的关键需求：

- 业务快速开通

业务开通时间是运营商政企业务市场竞争的主要指标。对于 OTN 网络，要求能够在管控系统中端到端一键式开通业务，尽可能减少人工开通环节。

- 时延选路和时延矩阵

时延指标是运营商专线业务的关键质量指标以及差异化收费手段。对于政企 OTN 网络，如何实现网络时延可视并基于实时时延来进行业务调度也是运营商面临的挑战。

- 带宽随选（BOD）

专线客户希望 OTN 网络能够基于其需求在不中断现有业务情况下，快速动态调整网络

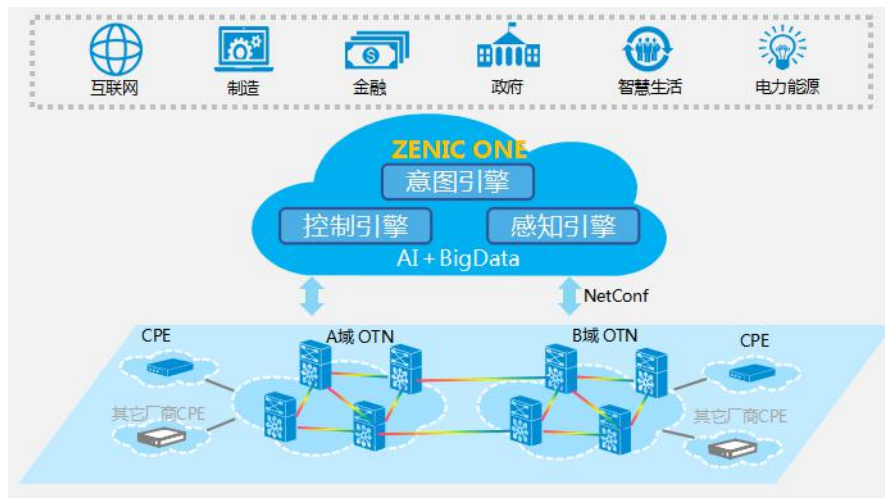
带宽，因此，运营商如何快速调整不同政企用户的网络带宽也是提升用户体验的关键手段。

- 专线 SLA 管理

提供高质量的网络和客户服务是提升用户体验的关键，因此，如何实时监控 OTN 网络服务质量，并以可视化的方式实现对专线 SLA 质量管理也是运营商的重要需求。

3) ZTE 解决方案及特点

Athena 2.0 解决方案实现高价值政企业务的智能化，全生命周期的闭环管理，提供标准的北向接口(Rest)与编排层/应用层对接 ,通过标准的南向接口(Openconfig/NetConf)控制转发层设备，实现光网络的智能、弹性、易用、可靠、开放特性。Athena 2.0 解决方案在政企 OTN 场景中具备如下特点：



政企业务场景

- CPE 自动上线

CPE 上电即插即用，ZENIC ONE 可自动创建网元和连纤，自动开通 CPE 业务，部署开通时间缩短到分钟级。同时，基于标准南向接口，Athena 2.0 解决方案实现对异厂家 CPE 统一管控。

- 一键式业务开通

基于多策略的集中式算路(如时延、最小跳数等)，实现跨域(国干/省干/城域网/CPE)、跨层(光/电/分组)的端到端政企业务一键式开通，业务开通效率提升 80%。支持时延选路和时延矩阵，实现网络时延可视化，客户可指定相应时延服务等级的业务。

- 全生命周期智能化管理

支持 G.HAO 协议实现无损带宽调整，基于客户需求动态调整带宽，实现管道带宽随选，提高资源利用率。支持重保业务、重保日历提醒，从而提供便捷的 SLA 专线质量监测管理。基于 AI 平台的业务驱动故障诊断模型，选取针对 OTN 政企业务的故障诊断策略进行智能故障诊断，实现网络故障快速、准确识别、恢复。

3.4 垂直行业业务场景

1) 场景简要介绍

5G 网络时代的愿景是推动人类社会迈向万物互联,打造创新驱动的数字化时代。从 4G 网络的“流量”经营为主体,以“智能手机”为载体的网络需求,转变为“万物互联”以服务为中心的网络需求,需要同时满足多元化应用的差异化 SLA 需求,例如自动驾驶、智慧城市、远程医疗、智能制造,VR/AR、超高清视频等应用,并确保同时实现多元化应用的性能要求和高用户体验。

2) 关键需求和挑战

- 降本增效

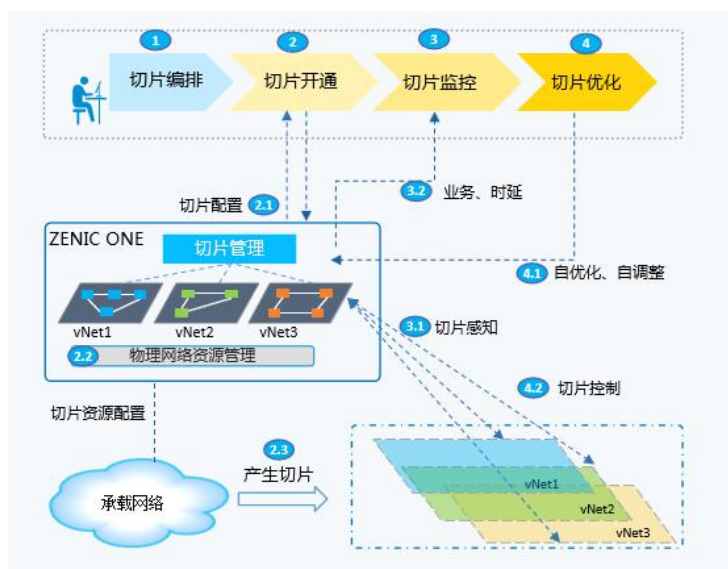
在传统网络建设中,运营商会为移动回传、集客,家宽等业务等建设不同的网络(如 A/B 平面),网络建设和运维成本高,独立运营维护复杂,不同系统之间无法协同。

- 需求多样化

面向 5G 时代,各行各业应用层出不穷,单一网络无法满足不同特性需求,不同场景需求,需要将网络资源进行灵活分配,从而实现网络能力的灵活组合。在一张 5G 网络中,基于不同需求,通过网络切片虚拟出多个具备不同特性的逻辑子网络(如 LTE Backhaul 切片、集客切片、IoT 切片、金融切片、政企切片等),从而提供面向不同场景的按需定制网络服务,极大减少建网成本的同时,也方便网络资源灵活调度、运维及业务部署。

3) ZTE 解决方案及特点

中兴通讯提供从无线,承载到核心网的端到端切片。Athena 2.0 解决方案完成承载网子切片的实现,承载子切片对承载网络的拓扑资源(如链路、节点、端口),以及网元内部资源(如转发、计算、存储等)进行虚拟化,从而形成一个包含数据面、控制面、网络功能的虚拟网络。



切片全生命周期管理

Athena 2.0 解决方案在垂直行业业务场景下具备如下特点：

- 智能切片管理和调度

通过模型编排和资源池实现切片的快速上线、资源自动分配。基于统一的切片视图实现切片维度无死角监控，完成切片的状态感知、智能调整，实现切片 SLA 的闭环保障。

- 基于 SDN 的智能算路

按需规划网络链路、节点、端口等网络拓扑资源构建切片，按照切片进行控制面独立划分，形成不同切片拓扑，根据不同切片拓扑进行单独的业务算路，满足不同场景下的特性需求，实现一网多用。

- 丰富的切片技术支撑

基于设备转发面技术支持不同类型的隔离(如数据面共享资源上的软切片方案或数据面专用资源上的硬切片方案)，提供基于 FlexE 技术、OTN 技术、VPN、FlexAlgo 技术的不同切片方案。其中，FlexE 技术通过绑定多个物理层 (PHY) 管道采用时分复用来承载各种以太网业务 (FlexE Client)，实现带宽的灵活伸缩以及逻辑端口之间的物理隔离，同时通过在中间传输节点的 FlexE Client 交叉功能实现设备节点的低时延传输，为超低时延切片提供一跳直达的服务。OTN 天然具有业务的信道化和物理隔离的特性，采用 FlexO 切片技术，可以支持多个 OTU 的物理捆绑，并通过减少缓存时间、内部处理步骤串行转并行、FEC 模式优选等多种技术大幅降低设备转发时延。

3.5 跨域端到端场景

1) 场景简要介绍

电信网络技术丰富而复杂，不同的场景需要不同的网络技术来满足，比较典型的场景如移动业务场景、综合业务接入场景，需要多种网络技术协同来满足。移动业务，需要覆盖城市和郊区，由于部分郊区地形复杂或线缆铺设成本的原因，使用微波这种无线传输技术就是非常必要的，这就需要微波和承载形成协同，满足无线业务的传输需要。而在综合业务接入方面，PON 具有很好的灵活性和成本竞争力，这就需要 PON 和承载形成城市范围内的网络协同，满足家庭宽带、SOHO 等用户的需求。可以说，多种网络技术协同是适应场景复杂性的必然要求。

2) 关键需求和挑战

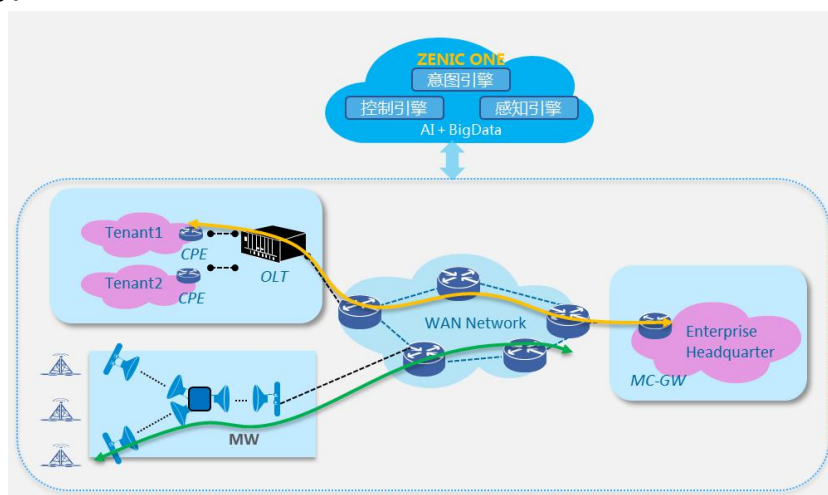
对于需要多种网络技术协同的场景，统一高效的网络运维管控、端到端的业务发放和管理是 2 大关键诉求。

统一高效的网络运维管控是提高网络运维效率的基础。传统运维模式，不同网络由不同的管控系统来管理，协调非常困难，靠人工进行整个网络的故障定界定位效率极低，经常要耗费数小时，甚至数天、数周进行故障定位。此外，日常网络运维还需要进入不同的系统，网络拓扑、网络告警、性能都不能看到全貌，整体运维效率低，运维成本高。

传统的业务模式下，业务发放只能分不同网络进行，发放效率低，人为出错率较高，且无法进行端到端的业务状态监控和维护。所以端到端的业务发放和管理，是提高用户满意度的关键。

3) ZTE 解决方案及特点

Athena 2.0 通过网络模型、业务模型的统一建模来实现对不同网络的统一，并通过微服务技术来方便地支持不同的技术网络能力，从而能够实现不同网络的统一拓扑、统一告警、统一性能等。



跨域端到端场景

Athena 2.0 解决方案在跨域端到端场景下具备如下特点：

- 业务快速发放

Athena 2.0 基于统一的跨域网络拓扑，构建统一的 PCE 服务和业务服务，可进行端到端的业务管理，特别是端到端的业务路径计算，一键式业务发放，提高业务发放效率，通过可视化的端到端业务监视，及时发现业务异常，快速进行业务维护操作，提高处理响应速度。

- 智能故障诊断

Athena 2.0 通过 Telemetry 实现不同网络技术的实时感知，并使用基于工作流和规则的智能故障诊断服务，进行跨域的故障诊断。故障诊断服务实际包括两个部分，第一部分是形成和更新网络故障知识库。BigData 平台作为孪生数据网络，负责将网络实际产生的有关故障数据进行数据预处理，包括提取告警/业务等多种数据源的关键属性、数据清洗、数据聚合等工作，AI 平台则在此基础上进行故障关联学习算法的执行，也支持将工程实践积累的专家经验直接由专家制定为故障诊断规则，并将规则更新到网络知识库中，形成有关联的体系化规则库。第二部分，当触发故障诊断服务时，故障诊断服务首先对上报的各种告警信息依据知识库规则识别出根因告警，并继续依据知识库规则和网络、业务关系，监控数据、操作日志及故障解决历史记录等数据识别出故障根本原因，给出解决方法建议。诊断服务记录每次执行的效果，通过不断完善规则库，使得故障诊断的效率和准确性持续提高。

Athena 2.0 通过南向适配服务，可实现与第三方设备进行快速对接，实现跨厂家的跨域网络和业务管理，满足多种场景的网络需求。

3.6 园区网络场景

1) 场景简要介绍

园区网络为园区内部提供网络连接服务。互联网飞速发展，互联网+时代来临，催生出各种新应用、新服务、新业态。大数据、云计算、AI 等新技术应用推动各行各业数字化转型，传统园区正向智慧园区迈进，而园区网络是智慧园区转型的重要支撑。

2) 关键需求和挑战

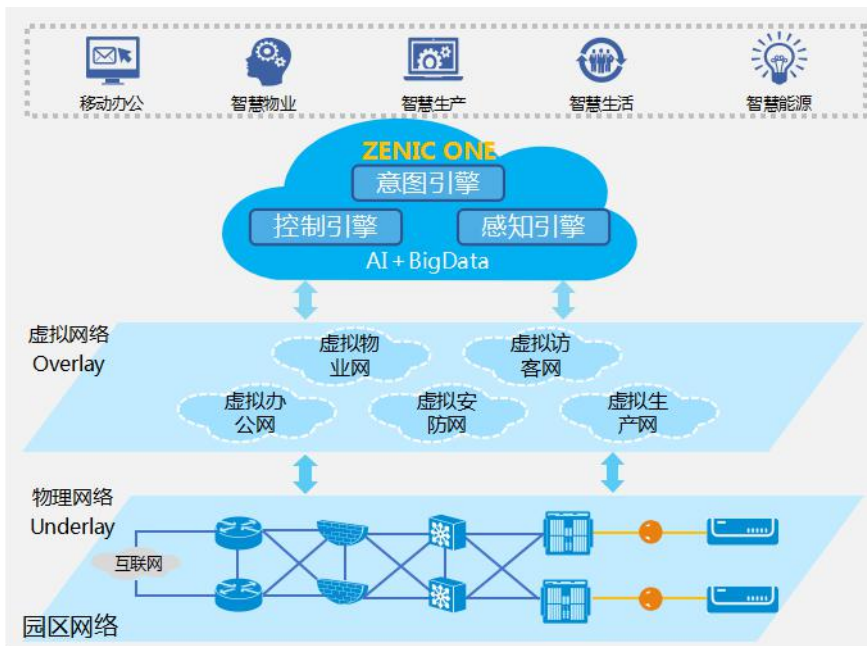
传统园区网络是层级化、烟囱型的架构，不同网络承载不同业务，网络部署成本高。此外，网络之间信息交互效率低，无法满足数字化转型对网络要求。因此，为了简化园区网络架构，降低网络部署成本，新型园区网络需要一张物理网络来承载园区所有业务，实现一网多用，并能够随时随地便捷接入。

传统园区网络业务和网络强耦合，使得业务开通和调整周期长、效率低。此外，多张网络及大量连接节点造成网络管理和运维复杂，再加上面向设备的管理方式、单一的网络运维工具，造成网络故障定位难，运维效率极其低下。因此，新型园区网络需要具备业务即开即通、灵活调整的能力，并通过网络管控运维自动化、智能化，实现园区网络轻松运维，提升

用户体验。

3) ZTE 解决方案及特点

Athena 2.0 解决方案在园区物理层构建一张超宽、极简、广覆盖的全光 Underlay 网络，光纤延伸到办公桌上终端设备，有线、无线 Wi-Fi 立体化覆盖，实现园区全场景覆盖、全业务承载，网络连接无处不在。采用虚拟化技术，在 Underlay 网络上构建出多个 Overlay 虚拟网络，业务部署在 Overlay 网络上，业务之间互相隔离，实现一网多用。业务策略和 Underlay 物理网络无直接关系，使得业务部署更加灵活弹性。ZENIC ONE 产品作为园区网络的智能运营中心，实现园区网络的智能化配置管理、业务控制、网络分析、故障诊断。



园区网络场景

Athena 2.0 解决方案在园区网络场景下具备如下特点：

- 业务即开即通

ZENIC ONE 对网络资源进行抽象和统一建模，实现基于策略的业务端到端配置，自动化部署。ZENIC ONE 将不同属性用户、资源分配不同用户标签，用户的业务 IP 或所属 IP 网段取决于其所属用户组，与接入位置、设备无关，实现面向用户的业务策略随动，随时随地接入。

- 智能预测分析

利用 Telemetry 技术实时采集园区全网设备数据，并通过负载均衡、波动检测、按需采集、优先级队列等多种技术，保证对海量设备高效采集。基于 BigData 和 AI 平台对海量数据进行分析，可视化、实时呈现园区全网运行状况。通过 AI 平台预测算法，提前预测网络故障发生和用户业务质量劣化的风险，避免故障的发生。

- **智能故障诊断**

基于 AI 平台的业务驱动故障诊断模型，可以根据不同的业务故障特征配置对应的数据采集模型，并通过对采集数据的分析结果，灵活配置相应的故障诊断策略进行诊断，使得对各类故障的分析和诊断具备最大的灵活性、可扩展性和准确性。各类业务根据其故障特征，提供针对性的处理方法，使得故障判断和处理方式更加细致、准确。

3.7 数据中心网络场景

1) 场景简要介绍

数据中心网络 (Data Center Network) 是数据中心业务承载的基础设施，一般拥有计算机系统、存储系统、通信系统和其它与之配套的通信连接、管理监控系统等，可供各类企业或组织贮存、管理和传播信息。

数据中心网络内部流量呈现出典型的交换数据集中、东西流量多等特征。数据中心网络的要求：大规模、高扩展性、高健壮性、低配置开销、服务器间的高带宽、高效的网络协议、灵活的拓扑和链路容量控制、绿色节能、服务间的流量隔离和低成本等。为此，数据中心网络向 VXLAN 与 SDN 技术过渡，这些技术能配合云平台实现网络与业务的适配与联动，提高资源使用效率与业务发放效率。

2) 关键需求和挑战

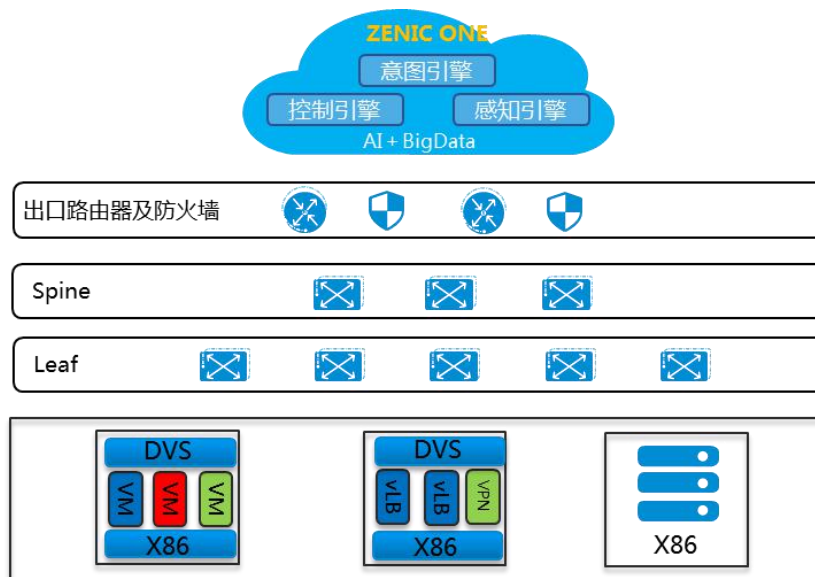
为了提升资源的利用率，云架构下资源是共享而非独占的，这就与传统 IT 完全不同。数据中心通过自动的弹性伸缩策略来实现资源共享与用户体验及业务可用性之间的平衡，这是数据中心的核​​心优势之一，但同时也带来了新需求和新挑战。

当前网络基础设施部署效率低，不足以满足业务的快速发展和资源的灵活调度，而如何实现 Underlay 与 Overlay 统一管控也是新的课题。

此外，云架构网络下，网络边界变的模糊，运营商往往并不知道业务系统具体运行在哪个硬件上，故障定位变得非常困难。此外 SDN 架构下，数据中心网络区分为 Overlay 和 Underlay 以实现网络进一步隔离，但同样给故障定位带来了新挑战。

3) ZTE 解决方案及特点

基于这些挑战，Athena 2.0 智能化数据中心全生命周期统一运维方案具备如下特点：



数据中心网络场景

- 基于意图的基础网络快速构建

Athena 2.0 解决方案提供基于意图的基础网络构建，允许用户通过意图方式来定义数据中心基础网络的构建蓝图，然后通过智能化意图翻译，转换成基础网络配置脚本，通过“零接触”部署方式，实现基础网络的自动化构建。

- 全生命周期智能化管控

全生命周期智能化管理包括了数据中心网络自动化构建，基于策略的自动化运维，持续的网络优化。在对数据中心网络构建、监控、升级、扩容、优化、下线等进行生命周期管理时，通过将人工处理方式改为自动化处理，在提升运维效率同时，也满足了业务敏捷部署的要求。如在网络监控阶段，ZENIC ONE 主动监控网络事件，当事件触发时，基于预定义的自动化脚本自动执行，实现自动化运维。同时，实现数据中心网络整体可视化，用户可快速定位 NFV 虚拟化网元（VM，DVS/OVS，vRouter 等）的具体物理位置。

- 智能网络异常预测

Athena 2.0 解决方案在数据中心场景下提供智能网络异常预测功能，实现网络连通性和质量的持续性保障，构建起全链路、主动、智能化的检测体系，以图形化的方式呈现当前每个数据中心网络节点连通性属性和业务承载状态。同时，ZENIC ONE 能够主动实时监控网络状态（如路由表、二层环路等），在网络发生劣化时主动上报告警，提示用户预先进行干预，实现主动式网络管控。

4. 典型实践

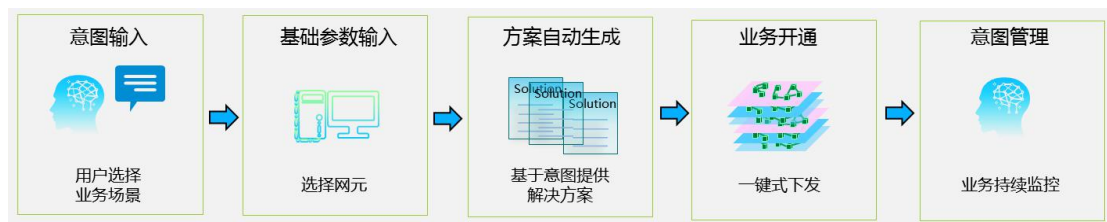
4.1 基于意图的业务自动开通

1) 用户需求与痛点

开通业务是用户在网络运维中遇到的最频繁且最重要的操作之一。传统业务开通方式，用户需要进入管控系统对应的功能窗口，选择繁多的业务参数进行逐点配置，才能完成业务的开通，此外还往往容易发生因用户操作失误而造成业务开通失败情况。因此，业务开通面临着人力投入大、人员要求高、开通时间长、开通成功率低的问题。

2) 基于用户意图的业务自动开通功能

基于用户意图的业务自动开通功能操作全程可视化，其过程主要由三个部分组成，意图的输入及验证、意图的自动化执行以及意图的持续保障。在意图输入的阶段，用户只需选择业务场景（如移动业务场景、集团客户场景等），系统会根据所选场景自动判断并提示用户输入必须选择的信息，主要包括：上下业务的设备节点、业务端口。而对于业务服务质量（包括带宽、是否需要保护等），系统会根据用户所选场景所体现的意图以及用户在该场景下的历史输入信息，提供默认推荐数据。当用户意图确认后，系统自动形成多个符合用户意图的业务方案，方案中包括满足用户意图所需的业务类型（如 L3VPN、VPWS、VPLS）、业务拓扑（HoVPN、FullMesh、HubSpoke）、隧道类型（LDP、TE、MPLS-TP 等）、对应隧道的路由计算结果等全部信息。系统会展示全部方案，同时根据各方案对意图的符合度，为用户给出最佳推荐方案。用户可以对业务方案进行选择确认，也可以默认推荐方案，让系统直接下发。系统将方案内容转换为设备的各种配置信息，经过系统自身对配置参数必要的校验处理后，下发给有关设备，从而完成业务的开通。当基于意图的业务顺利开通后，系统可以对意图进行有效的管理。当业务无法满足用户当前意图，或者用户意图发生变化后，系统能够对意图所包含的设备、端口等资源进行操作，并对带宽等质量信息进行优化。



基于意图的业务自动开通

整个业务开通过程简单快捷，并在业务顺利开通后实时对意图状态进行有效的管理，持续保障用户意图。总体上看，基于意图的业务开通功能具有如下重要价值：

- 端到端业务开通，降低人力投入及运维成本。
- 极简化配置，大幅缩短业务开通时间。
- 智能化方案推荐，一键式开通，降低人员要求并提升业务开通成功率。
- 可视化全生命周期运营，用户体验本质提升。

3) 实践效果

Athena 2.0 基于意图的业务自动开通功能帮助用户实现从意图输入、意图执行到意图保障优化的全生命周期运营，业务开通和配置效率大幅提升。在东欧首个 IP+光商用局网络中，该功能的成功部署极大提升了用户体验，网络业务开通效率得到本质提升。基于意图的业务自动开通服务在大幅降低用户技能要求的同时，将业务开通时间缩短 80%，开通成功率提升至 99.99%。

4.2 端到端智能切片

1) 用户需求与痛点

传统切片开通需要跨无线、承载、核心网多个专业网，由于各专业网独立管控，导致切片开通效率低，运维成本高，故障定界难，且发生故障后修复周期长。如何实现切片端到端快速开通，并实时进行性能监控及网络质量可视化，实现端到端网络协同调优是运营商面临的迫切的需求。

2) 智能端到端切片功能

中兴通讯 5G 端到端切片涉及接入网、传输网和核心网等多个子切片，在上层编排器中，其子切片管理系统 NSSMF 可分为无线子切片管理系统 RAN NSSMF、Athena 2.0 解决方案中的承载网子切片管理系统 BN NSSMF 和核心网子切片管理系统 CN NSSMF，NSSMF 可以下沉到子切片域和管控部署在一起，以适配不同厂家编排器。各子切片管理系统实现子切片的设计、部署、监控、优化，由上层编排器实现统一端到端编排，并面向租户提供切片订购管理、SLA 监控服务。中兴通讯端到端智能网络切片具备如下特点：

- 可视化切片设计

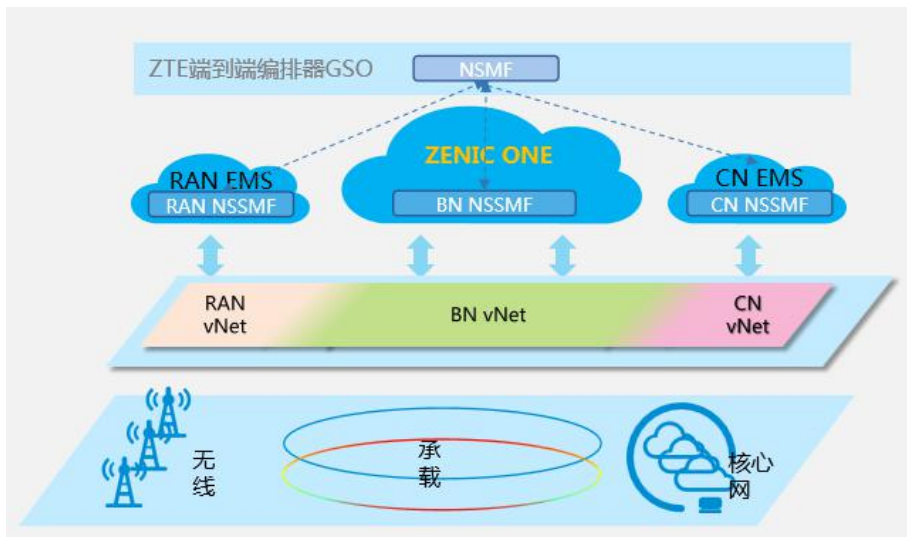
提供图形化界面、拖拽式设计模式，基于丰富的切片模板，快速生成切片模型，用户能够轻松完成从业务网元到网络服务再到 5G 网络切片的自定义过程。

- 端到端编排，切片业务快速开通

提供端到端网络切片的一键部署，切片业务分钟级上线。通过在线智能检测模块，全面保障切片业务上线前的准确性。通过端到端资源编排与协同，纵向支持业务层、网络层以及资源层的监控和协同，横向支持跨无线、传输网、核心网端到端切片实时管理，保障网络服务质量。

- 智能切片管控

具备对网络资源状态实时感知能力，基于 BigData 平台和 AI 平台进行网络流量预测，根据策略实现切片资源动态调整，实时满足用户需求。提供 DevOps 闭环控制，为运营商服务设计人员提供切片设计-部署-运行-分析-再设计能力，不断优化客户体验。



端到端智能切片

3) 实践效果

2019 年世界移动通信大会上，中兴通讯联合欧洲某跨国运营商实现了业界首次 eMBB 场景的商业化展示，其中在游戏体验场景中，体验者能够明显感觉到相比 4G 网络，5G 切片在游戏互动时延、画面清晰度、网络稳定性方面的明显提升，体现了 5G 切片网络在业务转发隔离性、超大带宽、低时延方面的显著优势。

4.3 基于机器学习和知识图谱的配置稽核

1) 用户需求与痛点

网络设备的上线和业务开通过程中需要完成大量的配置，尽管业界已经在努力实现配置的自动化，但传统网络仍有大量的配置需要人工完成。在配置下发过程中可能由于各种原因（例如业务人员的技术水平、操作规范性等）导致配置错误。设备中的配置错误可能对业务质量、用户体验造成影响，甚至在特定情况下导致业务中断，威胁网络的稳定运行，因此需要及时发现并修正以消除潜在的风险。

由于现网设备种类繁多、数量庞大，客户业务多样，完成所有设备的配置正确性检查需要花费大量的人力和时间。例如广东某地市有 1000 多台承载设备，配置命令总数达到 200 万行，若依靠人力逐行排查显然是不现实的。

2) 基于机器学习和知识图谱的配置稽核功能

智能配置稽核功能基于 BigData 平台的海量网络数据，运用 AI 平台中有关 AI 算法，根据网络数据自身信息进行数据挖掘，快速发现数据之间的因果关系；通过关联分析学习，发现规则，构建异常配置模型；并结合基于配置的知识图谱进行分层的强化校验，发现网络中配置风险。智能配置稽核功能具有持续的自学习能力，将不同网络中发现、识别出的异常进行知识转化，自动应用于后续的网络检查中。

智能配置稽核功能采用 AI 平台的离线数据训练方式，网络数据按需获取，网络异常分析过程对设备运行不会产生任何负荷，实现了快速安全的网络配置异常的预识别。



基于知识图谱的智能配置稽核功能

3) 实践效果

该功能涉及语义识别、数据挖掘、大数据分析等多个领域，运用了机器学习算法、NLP、知识图谱等多种 AI 技术，改变了传统人工稽核配置方式，实现了配置稽核的智能化。该功能荣获 2019 年世界宽带论坛 (BBWF) “最佳网络智能奖”，且于 2019 年 Q4 在客户现网成功部署。

在一次对客户网络 10 个地市、近万端设备的检查时，扫描的配置项数据超过 1500 万，整个检测过程仅投入 1 人力，用时 8 分钟，就完成了全网数据异常识别，大幅降低网络检查的人力成本，网络检查效率提升 100 倍以上。智能配置稽核功能将人力从机械的、重复性工作中释放出来，投入到更具创新性的工作中，提升网络运维的创新性。

4.4 基于 AI 的光纤弱光精准定位

1) 用户需求与痛点

某运营商积极推动全光网建设，光纤宽带用户数实现爆发式增长。然而光纤宽带用户数迅猛增长的同时，随之而来的光纤链路弱光问题也愈发突出。光纤链路弱光导致的用户投诉

占比达到 36%，是光纤宽带用户投诉的重要因素。光纤链路弱光问题，一方面会影响光纤宽带用户的业务体验，严重时会造成光纤宽带用户的业务故障；另一方面会导致光纤宽带用户的业务满意度和故障处理满意度下降。

光纤链路弱光整治涉及 OLT PON 口、主干光纤、一级分光器、分支光纤、二级分光器、入户光纤、ONU 光模块等多个环节，逐段排查需要耗费大量的时间和人力，单个弱光链路至少需要 2 小时定位故障。针对多级分光的网不合理组网方式无法判定，依靠人工方式排查弱光非常困难。因此整体上看，面临着光纤宽带弱光整治难、投入大、效率低的问题。

2) 基于 AI 的光纤弱光精准定位功能

基于 AI 的光纤宽带弱光精准定位功能部署简单、使用方便。Athena 2.0 获取接入网资源数据，高频采集全网光纤链路海量数据。基于 BigData 平台进行大数据分析，基于 AI 平台有关算法自动完成弱光原因定界定位分析，最后以图表方式呈现弱光链路整治报表，运维人员基于报表中给出的弱光链路和定界定位的弱光原因，有的放矢，轻松实现弱光整治。总体上看，基于 AI 的光纤弱光精准定位解决方案具有如下重要价值：

- 弱光采集率提升至 95%

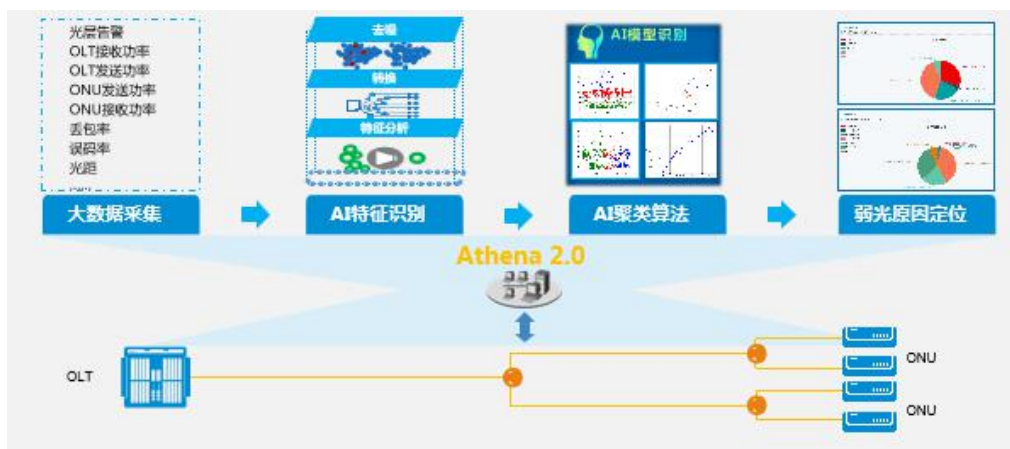
采用增量采集、差分规避等方法提升弱光采集率，解决了光纤宽带接入网中由于用户将 ONU 关电等原因，导致光链路数据采集不到的问题。

- 多类型光纤宽带接入网全覆盖

Athena 2.0 AI 平台提供的 AI 算法适应性极强，只需对光纤宽带接入网上的光链路数据采集，即可进行光路弱光根因分析，不依赖于综合资源管理系统。

- 弱光识别准确率达到 95%

采用 Athena 2.0 AI 平台中无监督学习算法，基于同一分光器下光路特征一致原理，进行特征提取。在此基础上，基于特征工程建立样本库，采用朴素贝叶斯等监督学习算法，精准判定弱光原因。



基于 AI 的光纤弱光精准定位

3) 实践效果

基于 AI 的光纤宽带弱光精准定位功能在某省运营商三个地市部署应用后。有效帮助运维人员准确定位弱光原因，短期内三个地市的弱光占比分别从 6.14% 降到 3.11%、从 10.49% 降低为 3.42%、从 9.01% 下降到 3.48%。有效解决运营商困扰已久的弱光问题。

通过现网验证发现，基于 AI 的光纤宽带弱光精准定位功能使得弱光采集率达到 95%，弱光原因识别准确率达到 95%，弱光整治效率提升 5 倍以上，大幅度提升弱光整治效率。基于 AI 的光纤宽带弱光精准定位功能已在多个省份运营商规模商用部署，有效帮助运营商快速发现弱光链路和精准识别弱光原因，主动消除光纤宽带网络质量隐患，提升用户业务体验。

5. 未来展望

网络智能化已伴随 5G 如期而至，中兴通讯智能化网络解决方案 Athena V2.0 已在中国移动、中国联通、中国电信、白俄 A1、哥伦比亚 TEF 等全球知名运营商网络得到商用或试商用，实现 5G 有线网络的全生命周期的智能化闭环，在提高用户效率，提升用户体验方面持续发挥价值。

未来十年，将是电信网络的关键发展期，随着 5G 规模不断扩大，新应用纷纷涌现，新技术层出不穷，推动着电信网络智能化不断深化，持续演进。中兴通讯将积极迎接时代浪潮，与合作伙伴紧密合作，聚焦意图网络，着力增强智能分析、智能决策方面的能力，共同推动智能化的发展促进自治网络的到来。

6. 缩略语

缩略语	英文说明	中文说明
BBWF	BroadBand World Forum	宽带世界论坛
BOD	Bandwidth on demand	按需分配带宽
BSS/OSS	Business support system/Operation support system	业务支撑系统/运营支撑系统
CAPEX	Capital Expenditure	资本性输出
CIR	Committed information rate	承诺信息速率
CPE	Customer Premise(s) Equipment	客户前置设备
DVS/OVS	Distributed Virtual Switch/Open Virtual Switch	分布式虚拟交换机/开源虚拟交换机
E2E	End to end	端到端
eMBB	enhanced Mobile Broadband	增强移动宽带
FEC	Forwarding Equivalence Class	转发等价类型
HoVPN	Hierarchy of VPN	层次化VPN
IBN	Intent-Based Networking	基于意图的网络
IoT	Internet of Things	万物互联
IPRAN	IP Radio Access Network	IP化无线接入网
LDP	Label Distribution Protocol	标记分发协议
MPLS-TP	MPLS Transport Profile	多协议标签交换传送应用
NFV	Network Function Virtualization	网络功能虚拟化
NSSMF	Network Slice Subnet Management Function	子切片管理功能
OLT	Optical Line Terminal	光线路终端
OPEX	Operating Expense	运营支出
OTN	Optical transport network	光传送网
ONU	Optical Network Unit	光网络单元
PIR	Peak Information Rate	峰值信息速率
PON	Passive Optical Network	无源光网络
PTN	Packet Transport Network	分组传送网
ROADM	Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer	可配置光分插复用器
SDN	Software Defined Network	软件定义网络
SLA	Service Level Agreement	服务等级协议
SOHO	Small Office , Home Office	家居办公

缩略语	英文说明	中文说明
SPN	Slicing Packet Network	切片分组网
SR	Source Routing	源路由技术
TE	Traffic Engineering	流量工程
TSN	Time Sensitive Network	时间敏感网络
TWAMP	Two-Way Active Measurement Protocol	双向主动测量协议
VM	Virtual Machine	虚拟机
VPLS	Virtual Private LAN Service	虚拟专用LAN服务
VPWS	Virtual Private Wire Service	虚拟专线业务
VR/AR	Virtual Reality/Augmented Reality	虚拟现实/增强现实
VXLAN	Virtual Extensible Local Area Network	虚拟扩展局域网
WSON	Wavelength Switched Optical Network	光网络波长交换